1917
STANFORD UNIVERSITY LIBRARY

Lumbalanästhesie.

Entwicklung und heutiger Stand.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen medizinischen Fakultät

der

Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

vorgelegt von

Aegidius Fuchs

Tag der mündlichen Prüfung: 16. Februar 1917.

Erlangen
K. B. Hof- und Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn
1917.

60

Dekan: Professor Dr. Graser.

Referent: Professor Dr. Seitz.

Einleitung.

Die Bestrebungen, Operationen schmerzlos auszuführen, sind so alt wie die Chirurgie selbst. Sie lassen sich bis ins graue Altertum zurückverfolgen. Die Ägypter verabfolgten den Kranken berauschende Getränke, durch die sie zwar keine Schmerzaufhebung, jedoch eine wesentliche Linderung des Operationsschmerzes erzielten. Das gleiche erwarteten die Assyrer von einer Kompression der großen Gefäße des Operationsgebietes. Jahrhundertelang waren das die einzigen Methoden, die man kannte, die Qualen während der Operation auf ein erträgliches Maß herabzumindern. Erst gegen Ende des 18. Jahrhunderts fing man an, hier Wandel zu schaffen. Der rasche Aufstieg der Anästhesierungsverfahren wurde eingeleitet durch die epochemachende Entdeckung des Engländers James Movre, daß die Kompression eines Nervenstammes, Analgesie in den von ihm versorgten Körperpartien hervorruft. Darauf folgte um die Mitte des 19. Jahrhunderts die Einführung des Äthers und Chloroforms in die Chirurgie, die als Narkotika par excellence ihren Siegeslauf durch die ganze zivilisierte Welt machten. In der Folgezeit lernte man durch starke Abkühlung und lokale Applikation von Arzneimitteln

Anästhesien an umschriebenen Körperstellen zu erzeugen. Damit verfügte die Chirurgie über zwei wichtige Anästhesierungsmethoden: Die Allgemeinnarkose und die Lokalanästhesie. Von diesen beiden war es die Lokalanästhesie, die in den letzten Jahrzehnten in hervorragender Weise ausgebaut wurde. Durch Erfindung neuer Anästhetika und durch den Zusatz von Nebennierenpräparaten wurde das Verfahren soweit verbessert, daß es in vielen Fällen einen wertvollen Ersatz für die Allgemeinnarkose darstellte, von der es sich durch das Fehlen fast jeglicher unangenehmen Nebenerscheinungen auszeichnete.

Als eine nicht minder große Errungenschaft der Chirurgie muß die in diese Zeit fallende Einführung der Lumbalanästhesie gelten, d. h. des Verfahrens, durch Einspritzung von anästhesierenden Mitteln in den Rückenmarkskanal der Lendenwirbelsäule, Anästhesien der unteren Körperhälfte zu erzeugen. Als erste nach dieser Richtung angestellten Versuche müssen die Experimente des amerikanischen Neurologen L. Corning angesehen werden. Corning injizierte bereits im Jahre 1885 einem Hunde zwischen die Dornfortsätze der beiden untersten Lendenwirbel eine 2% Cocainlösung und konnte 5 Minuten später sensible und motorische Störungen an den Hinterbeinen des Tieres beobachten. Bei einem Rückenmarksleidenden, der zu therapeutischen Zwecken dem gleichen Versuche unterzogen wurde, trat nach 10 Minuten Analgesie der unteren Körperhälfte auf. Corning glaubte aber damals noch nicht an die Möglichkeit einer intraduralen Injektion von Cocain ohne Verletzung des Rückenmarks, obwohl er im 2. Falle zweifellos das Anästhetikum versehentlich in den Duralsack injiziert hatte. 1888 injizierte er

aber bereits Medikamente in den Lendenteil des Wirbelkanals und wies auch schon auf die Verwertbarkeit des Verfahrens für chirurgische Zwecke hin. Seine Arbeiten blieben jedoch völlig unbeachtet.

Bier gebührt das Verdienst, unabhängig von Corning, die Idee zu einer Methode umgewandelt und sie systematisch ausgebaut zu haben.

Nachdem Quincke in einwandfreier Weise dargetan hatte, daß es unter aseptischen Kautelen möglich sei, den Lendenteil des Rückenmarks gefahrlos zu punktieren, zögerte Bier nicht mehr, durch Injektion analgesierender Mittel in diesen Rückenmarksabschnitt, Anästhesien zu erzeugen. Seine erste Veröffentlichung über diesen Gegenstand erschien unter dem Titel: „Versuche über Cocainisierung des Rückenmarks."

I. Kapitel.

Biers erste Mitteilungen über die Rückenmarksanästhesie.

Im Jahre 1899 machte Bier in der „deutschen Zeitschrift für Chirurgie" die aufsehenerregende Mitteilung, daß es ihm gelungen sei, durch Einspritzung von bestimmten Mengen von Cocain in den Sack der Rückenmarkshäute, Operationen an der unteren Körperhälfte schmerzlos auszuführen. Die Technik schildert er darin folgendermaßen: „Bei dem in Seitenlage befindlichen Patienten wird die Quinck'sche Lumbalpunktion in bekannter Weise ausgeführt. Die Hohlnadel wählt man sehr dünn. Nachdem sie in den Sack der Rückenmarkshäute eingedrungen ist, entfernt man den Stöpsel, welcher die Lichtung der Nadel verschließt, und setzt sofort den Finger auf die Mündung,

damit möglichst wenig Liquor cerebrospinalis abfließt. Mit einer Pravaz'schen Spritze, welche genau auf die Punktionsnadel paßt, wird die gewünschte Menge Cocain eingespritzt. Dabei muß man natürlich bei der Länge der Nadel soviel Cocainlösung mehr nehmen, als die Lichtung derselben faßt. Damit das Cocain nicht aus dem Stichkanale der Rückenmarkshäute in die Gewebe sickert, läßt man die Nadel mit der daraufsitzenden Spritze 2 Minuten stecken und entfernt sie dann. Die Lumbalpunktion wird unter Schleich's Infiltrationsanästhesie schmerzlos ausgeführt. Zuerst wird die Haut, dann werden mit einer langen Nadel die übrigen Weichteile bis auf die Wirbelsäule infiltriert."

Das auf diese Weise in den Lumbalsack eingespritzte Cocain hatte bei den ersten sechs damit behandelten Kranken eine vollständige Aufhebung der Schmerzempfindung der unteren Körperhälfte zur Folge.

Die injizierte Menge war im ersten Falle 0,015 g, im zweiten 0,01 g, im dritten 0,005 g, im vierten ebenfalls 0,005 g, im fünften 0,01 und im sechsten 0,005 g Cocain.

7—20 Minuten nach der Injektion war das Schmerzgefühl der unteren Körperhälfte erloschen. Im ersten Falle, bei dem eine höhere Dosis in Anwendung gebracht wurde, war das Tastgefühl ebenfalls aufgehoben, während es in den übrigen Fällen nur herabgesetzt war: Die Analgesie erstreckte sich verschieden hoch. Im allgemeinen reichte sie bis zum Rippenbogen, in einem Falle sogar war nur der Kopf schmerzempfindlich. Sie war aber schon oberhalb des Nabels unzuverlässig. An den analgesierten Körperstellen wurde Stechen, Kneifen und andere schmerz-

hafte Eingriffe nur als unbestimmter Druck empfunden. Die an den unteren Extremitäten ausgeführten Operationen waren völlig schmerzlos. Leider wurden die außerordentlich günstigen Resultate getrübt durch kurz nach der Operation auftretende heftige Beschwerden der Patienten. Sie bestanden in Schmerzen im Kreuz, in Erbrechen und rasenden Kopfschmerzen, die bis zu 14 Tagen anhielten und jeder Therapie trotzten.

Ein sicheres Urteil über die Wirkung des Cocains vom Lumbalsack aus gestattet uns der Verlauf der von Bier und seinem Assistenten Hildebrandt am eigenen Leibe vorgenommenen Injektion von Cocain. Hildebrandt wurden unter Schleich'scher Infiltrationsanästhesie $^1/_2$ ccm einer 1 % Cocainlösung eingespritzt. Schon nach 7 Minuten wurden Nadelstiche am Oberschenkel als Druck, Kitzeln an der Fußsohle kaum noch empfunden. Die Empfindungslosigkeit nahm an Ausdehnung und Intensität immer mehr zu, so daß nach 23 Minuten ein starker Schlag mit einem Eisenhammer gegen das Schienbein nicht schmerzhaft war. 40 Minuten nach der Injektion trat spärlicher Schweißausbruch am ganzen Körper auf. Von den Brustwarzen abwärts wurde starkes Kneifen kaum noch empfunden. Nach 45 Minuten fing die Schmerzempfindung an, sich wieder einzustellen, war aber noch sehr stark herabgesetzt. Allmählich nahm sie zu und kehrte zur Norm zurück. Das Tastgefühl war während der ganzen Dauer des Versuchs erhalten; alle Berührungen wurden gefühlt und richtig lokalisiert. Die Patellarreflexe waren ebenfalls dauernd in normaler Stärke vorhanden.

Bei Bier mißlang infolge eines Versehens der

Versuch. Es floß zwar richtig Liquor ab, doch konnte nur eine ganz minimale Menge Cocain injiziert werden, da die Spritze nicht auf die Nadel paßte. Es trat auch keinerlei Empfindungslosigkeit bei ihm auf. Dennoch waren die Nacherscheinungen sehr unangenehm. Sie bestanden in Druckgefühl im Schädel am andern Tage, in Schwindel bei raschem Aufstehen vom Stuhle. Der Puls war klein aber regelmäßig. Die Erscheinungen schwanden in horizontaler Lage und kehrten wieder beim Aufrichten. Erst nach 9 Tagen war Bier wieder beschwerdefrei.

Noch stürmischer waren die Nacherscheinungen bei Hildebrandt. Nach einer schlaflosen Nacht bekam er am anderen Tage heftige Kopfschmerzen, die sich im Laufe des Tages zu einer unerträglichen Höhe steigerten. Dazu gesellten sich Erbrechen und allgemeine Mattigkeit. Eine wesentliche Besserung trat erst nach 4 Tagen ein, doch war nach 3 Wochen noch eine leichte Schwäche fühlbar. Der Versuch an Hildebrandt bestätigte die schon bei den ersten sechs Patienten gemachte Erfahrung, daß die Cocainanästhesie bei kleinen Gaben (0,005 g beim Erwachsenen) etwa 45 Minuten andauert. Sie würde sich also vortrefflich zur Ausführung selbst größerer Operationen eignen. Die regelmäßig auftretenden üblen Nachwirkungen jedoch sprechen sehr zu Ungunsten des Verfahrens. Durch Anwendung höherer Dosen, als sie Bier gebrauchte, werden die Neben- und Nacherscheinungen, wie Kreis, Seldowitsch und vor allem der Franzose Tuffier zeigten, ganz erheblich gesteigert, so daß sie einen sehr bedrohlichen Charakter annehmen können. Die genannten Autoren erlebten außer den schon erwähnten Erscheinungen Schüttelfröste, Fieber, Col-

lapse, Beklemmungen, Angstgefühle, ja sogar einige Todesfälle müssen unzweifelhaft der Methode zur Last gelegt werden. Damit schien auch das Urteil über dieses Anästhesierungsverfahren gesprochen. Denn Bier selbst betonte in seiner ersten Veröffentlichung, daß die Methode nur dann dauernd einen Platz in der Chirurgie behaupten könne, wenn die damit verbundenen Gefahren und üblen Nebenwirkungen geringer seien als bei der allgemeinen Narkose. Wenn auch bei vorsichtiger Dosierung des Cocains bedrohliche Zustände nicht beachtet werden, so übertreffen die Nacherscheinungen doch die der Narkose. Bier warnte daher davor, die Cocainisierung des Rückenmarks in dieser Form als ein für den allgemeinen Gebrauch reifes Verfahren anzusehen. Zugleich wies er auch den Weg, auf dem man zu einem brauchbaren Verfahren gelangen könne; nämlich dadurch, daß man

„1. das Cocain durch verwandte und weniger giftige anästhesierende oder durch gänzlich ungiftige Stoffe ersetze,

2. die betreffenden Gifte in genügender Menge aber größeren Verdünnungen auf das Rückenmark einwirken lasse, wodurch, wie sich gezeigt hat, die Giftwirkung herabgesetzt wird,

3. ein Verfahren finde, die Giftwirkung des anästhesierenden Mittels möglichst auf das Rückenmark zu beschränken und vom Gehirn abzuhalten.“

Bevor wir weiter auf die Entwicklung der Rückenmarksanästhesie eingehen, erscheint es uns zum Verständnis des ganzen Verfahrens unerläßlich, einige Bemerkungen über die anatomischen Verhältnisse des Rückenmarks vorauszuschicken.

II. Kapitel.

Anatomische Verhältnisse des für die Lumbalanästhesie in Frage kommenden Rückenmarksabschnittes und seine Beziehungen zur Lumbalanästhesie.

Das Anästhetikum wird in den das Rückenmark und seine Wurzeln umgebenden, mit Liquor cerebrospinalis gefüllten Arachnoidalsack eingespritzt. Dieser im Wirbelkanale gelegene Sack besitzt als äußere Hüllen die Dura und die ihr dicht anliegende Arachnoidea und als innere die Pia, die sich der Substanz des Rückenmarks anschmiegt. Der Arachnoidalsack, auch Duralsack genannt, füllt den Wirbelkanal, der vorne von den Wirbelkörpern und den intervertebralen Bandscheiben, hinten von den Wirbelbögen und den dazwischenliegenden Wirbelbogenbändern, den ligamenta flava, begrenzt wird, nicht vollständig aus. Die punktierende Hohlnadel muß durch die zwischen die Dornfortsätze sich hinziehenden Bänder, die ligamenta interspinalia und die lig. apica und durch die Intervertebralknorpel in den Sack der Rückenmarkshäute eindringen. Der Liquor cerebrospinalis umspült das Rückenmark und die aus zwei seitlichen Längslinien entspringenden Wurzeln der Spinalnerven. Die aus der vorderen Längslinie hervorgehenden Wurzeln sind motorisch, die aus der hinteren sensibel. Die Fasern jeder hinteren und vorderen Wurzel vereinigen sich innerhalb des Duralsackes zu einem geschlossenen Bündel. Die Spinalnerven verlassen durch die Intervertebrallöcher den Wirbelkanal. Der durch die Mitte des Rückenmarks hindurchziehende Zentralkanal kommuniziert mit dem vierten Hirnventrikel. Für die Punktion kann nur der Teil des Rückenmarks in Betracht

kommen, an dem die Gefahr einer Verletzung des Rückenmarks nicht gegeben ist. Das Rückenmark endigt gewöhnlich in der Höhe des ersten Lendenwirbels. Seine Fortsetzung, der Endfaden, filum terminale, stellt ein Nervenbündel dar, das im Duralsack bis in den Sakralkanal hinein verläuft. Es ist der die Nerven für die untere Extremität enthaltende Lumbal-Sakralplexus, den man auch cauda equina nennt. Die Nerven flottieren im Liquor. Die obere Grenze für den Einstich ist also der untere Teil des ersten Lendenwirbels, da sich dort das Ende des Rückenmarks der conus terminalis befindet. Die nachgenannten Zwischenwirbelräume, die Räume zwischen 1. und 2., 2. und 3., 3. und 4., 4. und 5. Lendenwirbel und zwischen 5. Lendenwirbel und oberen Rande des Kreuzbeins sind geeignet für die Punktion. Die gebräuchlichsten Einstichstellen sind der 2. und 3. Interarkualraum. Weniger zu empfehlen ist der Raum zwischen 1. und 2. Lendenwirbel, da sich das Rückenmark bisweilen noch bis in diesen Raum hinein erstreckt. Der Liquor füllt nach den Untersuchungen von Krönig und Gauß den Duralraum nicht in seiner ganzen Länge aus, sondern er reicht etwa bis in die Höhe des oberen Brustmarks. Seine freie Beweglichkeit ist etwas behindert durch die lig. denticulata. Diese ungefähr 20 Zacken darstellenden Bänder, deren Basis sich an der Pia und Spitze an der Dura befindet, verbinden die Pia mit der Dura und bilden so eine Art Scheidewand zwischen den motorischen vorderen und sensiblen hinteren Wurzeln.

Die abwärts vom conus medullaris im Duralsack verlaufenden Spinalnerven (cauda equina) sind in zwei paarigen Strähnen angeordnet, welche zwischen sich

einen 2—5 mm breiten Zwischenraum lassen, der sich nach unten verengert und Cysterna terminalis benannt ist. Nur dann, wenn das Anästhetikum in die Zysterne eingespritzt ist, ist seine Verteilung nach allen Seiten gewährleistet, wie Dönitz an der Leiche nachweisen konnte. Er ging dabei so vor: Nachdem er die Bogen der Lumbal- und unteren Dorsalwirbel entfernt hatte, ohne dabei die Dura zu verletzen, stellte er, um lebenswahre Verhältnisse zu erhalten, den normalen Liquordruck her, dadurch, daß er an einer Stelle eine Kanüle in den Arachnoidalsack einführte, und sie mit einem Wasserbehälter verband, dessen Spiegel ca. 15 cm über der Einstichstelle lag. Hierauf spritzte er langsam mitten in die eine Hälfte der cauda equina 2 ccm chinesische Tusche. Nun konnte er bemerken, undeutlich durch die erhaltene Dura, dagegen sehr klar, als sie unter Schonung der Arachnoidea der Länge nach gespalten war, wie sich die Farbe anfangs fast ausschließlich nach oben und unten zwischen den Nervenfasern ausbreitete. Erst später ging die Tusche mehr in die Breite. Diese Erscheinung muß man sich so erklären, daß die dicht aneinanderliegenden Nervenfaserbündel, die zwischen sich röhrenförmige Hohlräume einschließen, in erster Linie die Ausbreitung in diesen Hohlräumen gestatten und erst später erfolgt die Verteilung in querer Richtung in den außerhalb der Nervenbündel gelegenen Bezirk durch die Spalten der Nerven hindurch. Ganz besonders gilt dieses Gesetz für den dicht unterhalb des conus terminalis gelegenen Teil, da hier die Nerven, die den untersten Rückenmarksabschnitt zum Ursprung haben, ein besonders dichtes Bündel bilden, d. h. sie liegen viel enger aneinander als weiter unten. Die hier injizierte Tusche oder die

anästhesierende Lösung läuft zwischen den Nerven nach oben und so beschränkt sich die Ausbreitung fast ausschließlich auf die eine Seite.

Damit sind die bei Abweichung der Punktionsnadel von der Mittellinie so häufig auftretenden halbseitigen Schmerzlähmungen und Versager in einfacher Weise erklärt. Auf Grund dieser Beobachtung stellte deshalb Dönitz die Forderung auf, zur Vermeidung von Mißerfolgen in der Lumbalanästhesie, die Punktion genau in der Mittellinie vorzunehmen.

III. Kapitel.

Physiologische Wirkung des in den Lumbalsack eingespritzten Anästhetikums.

Schon in seiner ersten Veröffentlichung betonte Bier, daß er die Bezeichnung „Cocainisierung des Rückenmarks“ nicht so aufgefaßt wissen wolle, daß das Rückenmark selbst leitungsunfähig gemacht werde, sondern daß die Schmerzlähmung durch Einwirkung des Injektionsmittels auf die im Rückenmarkskanal verlaufenden scheidenlosen Nerven und vielleicht auch auf die Ganglienzellen zustande komme. Diese Ansicht ist bis heute unwidersprochen geblieben.

Das in den Duralsack eingespritzte Anästhetikum mischt sich mit dem Liquor cerebrospinalis. Für die Verbreitung des Anästhetikums im Liquor spielt, wie König und Gauß durch Versuche an der Leiche und an Lebenden nachweisen konnten, das spezifische Gewicht der einzuspritzenden Lösung eine gewisse Rolle. Sie gingen an ihren an Leichen angestellten Versuchen in der Weise vor, daß sie, nachdem sie die Lumbal-

punktion zwischen 1. und 2. Lendenwirbel ausgeführt hatten, die Höhe der Liquorsäule im Rückenmark durch Anbringung einer Steigröhre bestimmten. Sie fanden, daß diese geringen individuellen Schwankungen unterliegt, daß aber der Flüssigkeitsspiegel in sitzender Stellung sich im allgemeinen in der Höhe des oberen Brustmarks befindet. Sie injizierten nun im Sitzen einige ccm mit Methylenblau gefärbte Stovainlösung, die spezifisch leichter als der Liquor war. Es zeigte sich, daß der Liquor dicht unterhalb des Flüssigkeitsspiegels am stärksten gefärbt wurde, während die Färbung nach unten an Intensität abnahm, um etwas unterhalb der Injektionsstelle ganz zu verschwinden. Die Versuche an Lebenden hatten ein damit übereinstimmendes Resultat. Wurde zwischen 1. und 2. Lendenwirbel eine spezifisch leichtere Stovainlösung injiziert, so konnten bei der Punktion zwischen 4. und 5. Lendenwirbel keine oder nur ganz minimale Mengen von Stovain nachgewiesen werden. Bei Injektion von Lösungen, deren spezifisches Gewicht höher als das des Liquors war, ergab die Punktion unterhalb der Injektionsstelle deutlich stovainhaltigen Liquor. Es schien damit der Nachweis erbracht, daß spezifisch leichtere Lösungen des Anästhetikums im Liquor in die Höhe steigen, während spezifisch schwerere sich zum größten Teil nach unten ausbreiten. Dabei ist natürlich völlig ruhige Haltung des Patienten vorausgesetzt, so daß keine nennenswerten Schwankungen des Liquors auftreten.

Die genannten Autoren haben sich außerdem eingehend mit der Frage beschäftigt, ob das Anästhetikum speziell das Stovain mit dem Liquor eine chemische Verbindung eingehe und dabei gefunden, daß das nicht

der Fall ist, sondern daß Stovain 7 Stunden nach der Injektion noch als solches im Liquor nachweisbar ist.

Klose bestreitet auf Grund seiner Versuche an Tieren, daß dem Unterschiede im spezifischen Gewichte des Liquors und der anästhesierenden Lösung eine größere Bedeutung für die Verbreitung des Anästhetikums im Liquor zukommt. Er konnte bei steil aufgehängten Tieren Methylenblaulösung, die er in den Lendenteil des Rückenmarks injizierte, und eine spezifisch schwerere Tropacocainlösung 5—17 Minuten später im Zervikalkanal und 10—24 Minuten später in den Hirnventrikeln nachweisen. Er schließt daraus auf das Bestehen einer aktiven Liquorströmung. Diese Theorie wird durch die Versuche von Krönig und Gauß nicht erschüttert. Es erscheint nicht ausgeschlossen, daß eine aktive Liquorströmung für die Verbreitung des Anästhetikums im Liquor die Hauptrolle spielt und die Unterschiede der spezifischen Gewichte nur von nebensächlicher Bedeutung sind. Außerdem haben die Ergebnisse der Experimente Krönigs und Gauß', sofern die Versuchsobjekte Leichen waren, keine Beweiskraft, da hier die vitalen Vorgänge zum Stillstand gekommen waren und damit ihr Einfluß ausgeschaltet worden war. Und selbst wenn die von beiden Autoren angenommenen Verhältnisse zu Recht bestehen, so verlieren sie dadurch an praktischer Bedeutung, daß durch nunmehr allgemein übliche, im Anschluß an die Injektion erfolgende Lageveränderung des Patienten eine Verbreitung des Anästhetikums im Liquor auf mechanischem Wege eintritt.

Klose hat ferner eingehende Untersuchungen über die Resorption des Tropacocains, Novocains und Sto-

vains aus dem Liquor angestellt. Das Ergebnis war in Kürze folgendes.

Beim Kaninchen ergab die Untersuchung des Blutes 6 Stunden nach der Injektion von Tropacocain schwach positive Reaktion, die 9 Stunden post injectionem ihren Höhepunkt erreichte. Im Liquor waren zur gleichen Zeit nur mehr Spuren von Tropacocain nachweisbar. Nach insgesamt 12 Stunden waren auch die letzten Reste daraus entfernt, ebenso begann es aus dem Blute zu verschwinden. Dagegen trat jetzt eine stark positive Reaktion des Harns auf. In der 16. Stunde war auch das Blut frei von Tropacocain; die Reaktion des Harns wurde stetig schwächer, um in der 20. Stunde negativ zu werden.

Die ersten Spuren von Novocain im Blute zeigten sich erst 12 Stunden nach der Injektion. Nach 18 Stunden war es vollständig ins Blut übergetreten. Nach 36 Stunden wies das Blut kein Novocain mehr auf und nach weiteren 10 Stunden war es durch die Nieren aus dem Organismus ausgeschieden.

Am längsten währte die Resorption des Stovains. Die Reaktion des Liquors ergab 30 Stunden post injectionem noch stark positiven Ausschlag, zugleich war die Blutreaktion noch vollständig negativ. Erst in der 32. Stunde begann die Aufnahme ins Blut und war in der 42. Stunde beendet. 36 Stunden post injectionem traten geringe Mengen im Urin auf. Nach der 48. Stunde ließ sich auch darin kein Stovain mehr nachweisen.

Es ist natürlich unzulässig, diese für das Kaninchen geltenden Verhältnisse ohne weiteres auf den Menschen zu übertragen. Die Untersuchungen beanspruchen aber insofern größeres Interesse, als sie Aufschluß über

die Resorptionszeit der einzelnen Anästhetika geben, die doch für die Dauer der Anästhesie von ausschlaggebender Bedeutung ist.

Die erste Wirkung des intradural applizierten Cocains besteht, wie Crile feststellte, in einem Sinken des Blutdrucks, das fast unmittelbar mit der Berührung des Rückenmarks mit dem Gifte zusammenfällt. Heineke und Laewen kamen bei ihren Tierversuchen mit Novocain und Stovain zu dem gleichen Resultate. Sie konnten die Blutdrucksenkung mit Bestimmtheit als Giftwirkung des injizierten Mittels ansprechen, nachdem es sich gezeigt hatte, daß die subdurale Injektion von indifferenten Lösungen, wie physiologische Kochsalzlösung, keine Änderung des Blutdrucks bewirkt. Der Blutdruck wurde bei Kaninchen nach Injektion von 0,03 g Novocain in 10 % Lösung pro kg Körpergewicht auf 50—20 % des Ausgangswertes herabgesetzt; nach Verlauf von 1 3 Stunden erreichte er wieder die normale Höhe. Hallion und Tuffier deuten diese Blutdruckerniedrigung als Vasomotorenlähmung. Sie ist also eine Folgeerscheinung der Einwirkung des Giftes auf das Gehirn. Da erhebt sich nun die Frage, auf welchem Wege gelangt das Anästhetikum dahin? Steigt es direkt im Liquor cerebrospinalis in die Höhe oder wird es vom Blute dahinbefördert? Darüber geben die Versuche von Heineke und Laewen sicheren Aufschluß. Bei subduraler Injektion von entsprechenden Mengen von Cocain, Stovain und Novocain konnten sie einen sofortigen Abfall des Blutdrucks beobachten, der häufig zum Tode des Tieres führte; bei intravenöser Injektion dagegen erfolgte nur ein sehr rasch vorübergehender Drucksturz; die intramuskuläre Injektion beeinflußte den Blutdruck gar nicht. Daraus geht

hervor, daß die Resorption unmöglich die alleinige, ja nicht einmal die Hauptursache der Blutdrucksenkung sein kann. Denn wenn auch die Resorption aus dem Duralsack, wie Klapp nachgewiesen hat, sehr viel rascher vor sich geht als aus dem Unterhautzellgewebe und der Muskulatur, so muß doch der Effekt noch weit zurückbleiben gegenüber der unmittelbaren Überschwemmung des Kreislaufs mit dem Gifte. In Wirklichkeit aber ist der Verlauf der Vergiftung bei intraduraler Applikation ein viel schwererer als bei intravenöser Injektion. Demnach handelt es sich bei der Blutdrucksenkung um eine direkte Einwirkung des Giftes auf die Substanz des Zentralnervensystems. Diese Annahme erhärteten Heineke und Laewen noch durch weitere klassische Versuche. Es gelang ihnen ein Verfahren zu finden, das es ihnen ermöglichte, die Kontakt- und Resorptionswirkung getrennt zu studieren. Zur Bestimmung der (Kontaktwirkung) Resorptionswirkung legten sie beim Versuchstier, dem Kaninchen, in der Höhe des oberen Brustmarkes eine Ligatur an, die dort einen vollständigen Abschluß des Wirbelkanals bewirken sollte. Eine schwere Läsion des Rückenmarks ließ sich dabei leider nicht vermeiden. Die Folge davon war eine Blutdrucksenkung, die aber nach einer Stunde wieder ausgeglichen war.

Die Injektion von 0,03 g Novocain bezw. 0,03 g Cocain pro kg Körpergewicht, die unter normalen Verhältnissen ausnahmslos ein starkes Sinken des Blutdrucks zur Folge hatte, beeinflußte nunmehr den Blutdruck in keiner Weise. Dagegen führte dieselbe Dosis oberhalb der Ligatur injiziert den sofortigen Tod des Tieres herbei, oder vermindert den Blutdruck auf 50—30%.

Der Kontrollversuch bestand darin, daß einem

Kaninchen die übliche Menge von Cocain in öliger Lösung subdural injiziert wurde. Durch Verwendung öliger Lösungen gelingt es, wie Klapp gezeigt hat, die Resorption fast völlig auszuschalten. Der Erfolg war eine momentane Blutdrucksenkung.

Bei der Bewertung der Versuche muß die Fehlerquelle, bestehend in der durch die Ligatur bedingten Schädigung des Rückenmarks und der Verkleinerung der Resorptionsflächen, berücksichtigt werden. Wenn auch zugegeben werden muß, daß das Resultat durch sie beeinflußt wurde, so sind die Unterschiede der Ergebnisse bei Injektion unter normalen Verhältnissen und nach Anlegen der Ligatur so in die Augen springend, daß ihre Beweiskraft dadurch nicht beeinträchtigt werden kann. Vollends gegen den letzten Versuch kann kein Einwand erhoben werden. Der kausale Zusammenhang zwischen Kontaktwirkung und Blutdrucksenkung muß nach den Untersuchungen der beiden Autoren als absolut sichergestellt gelten.

Da das Anästhetikum im hinteren Teile des Rückenmarks deponiert wird, so wirkt es in erster Linie auf die dort verlaufenden sensiblen Nervenfasern ein, während die Verteilung nach vorne zu den motorischen Wurzeln durch die lig. denticulata, die, wie schon gesagt, eine Art Scheidewand zwischen der motorischen vorderen und sensiblen hinteren Hälfte bilden, sehr erschwert ist. Dem Cocain scheint außerdem eine gewisse Affinität zu den sensiblen Wurzeln eigen zu sein, so daß hier die Gefühlslähmung ganz in den Vordergrund tritt. Die motorische Lähmung tritt viel später ein als die sensible und erreicht auch nicht den Grad derselben.

Die Sensibilitätsprüfung ergibt schon eine Minute

nach der Injektion Herabsetzung der Schmerzempfindung am Skrotum, in der Dammgegend und an der Innenseite der Oberschenkel. Das Tastgefühl und das Lokalisationsvermögen sind noch vollkommen intakt. Bei Verwendung von Stovain ist auch schon der Patellarreflex nicht mehr auslösbar.

Nach Neugebauer breitet sich nun die Anästhesie vom Damm über die anliegenden Teile des Nates aus und springt auf die Fußspitzen und Füße über, dazwischen eine breite Fläche schmerzempfindlichen Gebietes freilassend. Später als die hinteren Flächen der unteren Extremitäten werden die vorderen unempfindlich; am spätesten wird die Vorderfläche des Oberschenkels und die Leistengegend in die Anästhesie einbezogen. Die Ausdehnung der Analgesie erfolgt gesetzmäßig, der Kocher'schen Einteilung des Körpers in Marksegmente nach ihrer Innervation vom Rückenmark aus entsprechend. Kocher unterscheidet am Rückenmark ebenso viele Marksegmente als die Wirbelsäule Wirbel aufweist.

Nach Kocher versorgt, kurz skizziert, das unterste Segment, das 4. Sakralsegment die Umgebung des Anus, den Damm, Skrotum, Penis, Urethra. In den Bereich des Sakralsegmentes fällt der unterste Teil des Sakroms und des Gesäßes, die Innen- und anstoßende Hinterfläche des oberen Drittels des Oberschenkels. Das Ausbreitungsgebiet der aus dem 1. und 2. Sakralsegment hervorgehenden Nerven ist ein Teil der Hinterfläche des Oberschenkels, die Außen- und Rückseite des Unterschenkels und der laterale Teil der Plantar- und Dorsalfläche des Fußes; der übrige Teil des Unterschenkels und die Seiten- und Vorderfläche des Oberschenkels mit Ausnahme des oberen Drittels

sind hinsichtlich ihrer Innervation dem 4. Lumbalsegment zuzuzählen. Die oberste Partie des Oberschenkels in seiner Seiten- und Vorderfläche, das sich nach hinten und seitlich etwas bis in die Höhe der spina ant supp. erstreckende Gebiet sind die unter dem Nerveneinfluß des 3., 2. und 1. Lumbalsegments stehenden Körperstellen. Die von den Dorsalsegmenten versorgten Gebiete umziehen den Rumpf gürtelförmig mit Ausnahme des 12. Segmentes, das vorne eine bis zum mons veneris reichende keilförmige Ausbuchtung aufweist. Außerdem besitzt jeder Querring in der Gegend der Wirbelsäule eine leichte Ausbuchtung nach oben.

Die Anästhesie beginnt im Gebiete des unteren Marksegmentes und steigt von hier nach oben. Die dabei beobachtete gürtelförmige Ausbreitung liegt in den geschilderten anatomischen Verhältnissen begründet.

Höhenausdehnung und Dauer der Anästhesie sind neben anderen Momenten natürlich von der Menge des applizierten Anästhetikums abhängig. Die Anästhesie schneidet nicht mit einer scharfen Linie ab, sondern sie verliert sich allmählich nach oben. Die etwa bis in Nabel- und Brusthöhe reichende vollkommene Schmerzunempfindlichkeit geht nach oben in eine Herabsetzung der Sensibilität über, so daß in vielen Fällen auch der Corneal-, Rachen- und Nasenschleimhautreflex erloschen ist. Tastgefühl und Lokalisationsvermögen werden erst später in Mitleidenschaft gezogen.

Während die Dauer der Analgesie, als die Methode sich noch in den Kinderschuhen befand, nicht mehr als $1-1^1/_2$ Stunden betrug, dehnt sie sich nunmehr dank der durchgreifenden Verbesserung, die sie erfahren hat, auf 2 Stunden und darüber aus. Freilich

ist sie im allgemeinen gegen das Ende der 2. Stunde für die Operation nicht mehr ausreichend.

Die Wiederkehr der einzelnen Funktionen erfolgt sehr langsam, so daß sich der Ausgleich der Störungen gut verfolgen läßt. Als erstes wird die Motilität wieder hergestellt, darauf folgt die Sensibilität und als letztes die Reflexe. Auffällig muß dabei erscheinen, daß die Anästhesie an den Stellen, wo sie zuletzt auftritt, zuerst wieder erlischt, während sie da, wo sie sich zuerst bemerkbar macht, am längsten anhält. Dieses scheinbare Rätsel hat von Dönitz eine verblüffend einfache Lösung gefunden. Der analgesierenden Wirkung der Injektionsflüssigkeit verfallen die Teile des Rückenmarks zuerst, die dem Depot am nächsten liegen. Da die anästhesierende Lösung hier am konzentriertesten ist, so ist die Wirkung auch viel intensiver als an weiter von der Injektionsstelle entfernten Stellen, da das Anästhetikum auf dem Wege dorthin eine fortwährende Verdünnung erfährt. Die Anästhesie ist also in diesen Teilen schwächer; kürzer ist sie deshalb, weil das in geringer Konzentration vorhandene Anästhetikum sehr rasch resorbiert wird. Die Stelle des Depot wird am längsten den zur Erzeugung einer Analgesie nötigen Grad der Konzentration behalten.

Die im Gefolge der Anästhesie auftretenden Nebenwirkungen deutete Bier anfangs als Kreislaufströmungen. Er neigte deshalb zu der Ansicht hin, weil bei ihm die Beschwerden nach bloßem Liquorabfluß sich einstellten, denn die Spur Cocain, die man ihm injizierte, kann doch kaum dafür verantwortlich gemacht werden. Als weiteres Argument führt er an, daß die Erscheinungen zum Teil erst auftreten, wenn

das Anästhetikum bereits aus dem Organismus entfernt oder zersetzt ist. Durchaus im Einklang mit dieser Theorie stünde auch die Beobachtung, daß die Erscheinungen bei ihm im Liegen schwanden, um beim Aufstehen wiederzukehren. Doch nachdem Bier sich davon überzeugt hatte, daß er eine gewisse Idiosynkrasie gegen Cocain habe, wie denn überhaupt bei manchen Leuten geringe Mengen Cocain schwere Störungen des Allgemeinbefindens hervorrufen, bekehrte er sich zu der von den meisten Autoren vertretenen Ansicht. Diese fassen das Erbrechen, Schwitzen, Zittern und die Störungen der Herz- und Atmungstätigkeit während der Operation als Symptome einer direkten toxischen Schädigung des Gehirns und der Medulla oblongata auf. Die meist mehrere Tage nach der Anästhesierung auftretenden Beschwerden dagegen, wie Kopfschmerzen, Nackensteifigkeit u. a., die sie als Erscheinungen einer aseptischen Spinal- bezw. Cerebrospinalmeningitis ansprechen, wofür auch die Vermehrung der Leukocyten im Liquor spricht, sind nach ihrer Ansicht auf die mittelbare Einwirkung des Giftes auf Gehirn und Medulla oblongata durch Verbreitung auf dem Blutwege zurückzuführen.

In einem gewissen Gegensatze hierzu steht die Theorie Klapp's. Dieser hält sämtliche Erscheinungen für den Ausdruck einer Allgemeinvergiftung durch Aufnahme des Giftes in den Blutkreislauf. Seine Ansicht stützt sich hauptsächlich auf die von ihm gemachte Beobachtung, daß die Resorption aus dem Duralsack viel rascher vor sich geht als aus dem Unterhautzellgewebe und der Muskulatur. Die günstigen Erfahrungen mit der Lumbalanästhesie bei alten Leuten, die er auf die durch das Darniederliegen des Kreis-

laufs bedingten Verlangsamung der Resorption zurückführt, sprechen nach seiner Meinung ebenfalls für die Resorptionswirkung. Durch die Ergebnisse der Untersuchungen von Krönig und Gauß jedoch ist die von Klapp aufgestellte These unhaltbar geworden.

Ohne im einzelnen näher auf die Ursachen der Störungen eingehen zu wollen, sei doch die von Himmelheber gegebene Erklärung für die besonders bei Stovain-Lumbalanästhesie häufig beobachtete Pulsverlangsamung ausführlicher besprochen. Die Zentren der Nerven, unter deren Einfluß das Herz steht, liegen zusammen mit dem Atmungszentrum in der Medulla oblongata. Die in einem tiefer gelegenen Teile des Rückenmarks verlaufenden acceleratorischen Herzfasern sind der Einwirkung des Anästhetikums in stärkerem Grade ausgesetzt als der bereits weiter oben austretende Herzhemmungsnerv. Ist eine Lähmung der die Herztätigkeit beschleunigenden Nervenfasern eingetreten, so findet diese klinisch ihren Ausdruck in einer starken Verlangsamung der Herztätigkeit, da die antagonistische Wirkung der nervi accelerentes in Wegfall kommt.

Außer vorübergehenden Störungen der physiologischen Funktionen können die in den Lumbalsack injizierten Gifte aber auch dauernde irreparable Schädigungen hervorrufen, wenn sie in wirksamer Menge die etwas tiefer gelegenen Ganglienzellen des Rückenmarks treffen, wie Krönig und Gauß an Tieren dargetan haben. Durch Injektion genügender Dosen von Novocain, Tropacocain, Stovain in die Substanz des Rückenmarks konnten sie den Tod des Tieres herbeiführen. Daß es sich dabei um die Folgen einer mechanischen Läsion des Rückenmarks handelte, ging

daraus hervor, daß eine auf die gleiche Weise injizierte physiologische Kochsalzlösung wirkunglos blieb. Daß aber beim Menschen solch schwere Schädigungen durch das Anästhetikum kaum jemals beobachtet werden, liegt darin begründet, daß nur geringe Mengen des Giftes bis zu den Ganglienzellen vordringen. Sie rufen dort auch nur vorübergehende geringfügige Veränderungen hervor, wie die Untersuchungen an kurz und mehrere Tage nach der Lumbalanästhesie Verstorbenen ergeben haben.

Näheren Aufschluß über den Charakter der Veränderungen geben die dahin angestellten Tierversuche. Es zeigt sich, daß es sich bei den im Lumbal- und Dorsalmark der lumbalinjizierten Tiere meist um chromolytische Vorgänge, um Auflösung der Nihilspalte und des Tigroids handelte. Die Zellen waren voluminöser geworden und ihre Gestalt näherte sich der Birnenform: mit einem Worte, es waren die für Verletzungen des Achsenzylinders charakteristischen Veränderungen eingetreten. Bei den erst 10—12 Tagen nach der Injektion getöteten Tieren ließ sich außerdem eine Degeneration der Hinterstränge nachweisen.

Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß das Rückenmark eine dauernde Schädigung durch das Anästhetikum nicht erleidet. Dennoch weist die Kasuistik der Lumbalanästhesie einen Fall auf, den Krönig erlebte, bei dem die nach der Injektion aufgetretenen Erscheinungen auf eine schwere Läsion des Rückenmarks hindeuteten.

Es handelte sich um einen Patienten, bei dem zur Vornahme der Naht einer Patellarfraktur 0,06 Stovain-Riedel injiziert wurden. Die Anästhesie trat in normaler Weise ein und erstreckte sich bis zur Unter-

bauchgegend. Die Anästhesie erlosch aber nicht, wie erwartet, nach ungefähr einer Stunde, sondern alle durch die Anästhesierung aufgehobenen Funktionen stellten sich nicht wieder ein. Der Mann bot die Erscheinungen einer Totalläsion des Rückenmarks. Der Tod trat unter den für diese Erkrankung charakteristischen Folgeerscheinungen ein. Eine Infektion lag nicht vor, da sich der Liquor am 7. Tage nach der Operation als steril erwies.

Glücklicherweise steht dieser Fall in der Literatur einzig da. Würden sich derartige Fälle wiederholen, so müßte die Existenzberechtigung der Methode dadurch ernstlich in Frage gestellt werden.

Zur Behandlung der häufig nach der Lumbalanästhesie auftretenden hartnäckigen Kopfschmerzen, die einer medikamentösen Behandlung nicht zugänglich sind, hat Henking wiederholte Lumbalpunktionen vorgeschlagen, durch die er in vielen Fällen eine prompte Wirkung erzielte. Heuking scheint die Ursache dieser Nacherscheinung in einer Erhöhung des Liquordruckes zu suchen. Hosemann hat aber darauf aufmerksam gemacht, daß in manchen Fällen die Kopfschmerzen durch eine Verminderung des Liquordrucks bedingt sind, wofür auch die Beobachtung spricht, daß bei manchen Patienten beim Aufstehen die Schmerzen sich steigern. Von dieser Behandlungsmethode ist daher nur mit großer Vorsicht Gebrauch zu machen. Eine wahllose Anwendung wird in einzelnen Fällen das Übel erheblich verschlimmern.

IV. Kapitel.

Injektionsmittel und ihre Anwendung.

Die Entdeckung eines geeigneten Injektionsmittels war das wichtigste Problem der Lumbalanästhesie. Von seiner Lösung hing das Schicksal der Methode ab. Das Cocain, von dessen anästhesierenden Kraft man schon seit geraumer Zeit in der Lokalanästhesie Gebrauch machte, erwies sich zwar in den Lumbalsack injiziert, als ein vorzügliches Analgetikum, doch die üblen Nebenwirkungen gaben bald Veranlassung nach einem weniger giftigen Mittel Umschau zu halten. Es wurden Versuche mit den verschiedensten Stoffen, die als schmerzbetäubend bekannt waren, angestellt; die Resultate waren unbefriedigend. So waren mit den, dem Cocain verwandten, weniger giftigen Mitteln wie Nirvanin, Peronin, Acoin, Holocain u. s. w. zur Erzeugung ausreichender Anästhesien größere Dosen notwendig, was dann ebenfalls zur Auslösung heftiger Nacherscheinungen führte. Das effektive Ergebnis der Versuche war die Erkenntnis, daß analgesierende und schädliche Wirkung der angewandten Anästhetika in einem gewissen Verhältnis zu einander stehen, daß sie einander direkt proportional sind.

Zu den genannten Stoffen gehört auch das Eucain, das aber deshalb eine besondere Erwähnung verdient, da es eine Zeit lang in der Geschichte der Lumbalanästhesie eine größere Rolle gespielt hat. Das Anästhetikum schien sich einzubürgern in der Lumbalanästhesie, da die Nachwirkungen denen des Cocains etwas nachstanden. Um eine genügende Analgesie zu erzielen, mußte man zu ziemlich hohen Gaben

greifen. 0,015—0,002 g erzeugten eine für die Operation am After und Damm ausreichende Anästhesie. Für Operationen an Stellen, die von höher gelegenen Teilen des Rückenmarks innerviert werden, mußte eine entsprechend höhere Dosis zur Anwendung kommen. Die Patienten klagten während der Operation über Trockenheit im Munde und Durstgefühl. Es hat sich gezeigt, daß man ihnen in diesem Fall unbedenklich Wasser oder besser Wein verabreichen darf.

Nachdem so die Bemühungen, ein Anästhetikum zu finden, das frei von schweren schädlichen Nebenwirkungen ist, erfolglos waren, suchte Bier durch Zusatz geeigneter Stoffe zum Cocain dessen Giftwirkung herabzusetzen, ohne dadurch seine analgesierende Kraft zu beeinträchtigen. Die Anregung hierzu gab Braun, der gezeigt hatte, daß durch Zusatz von Nebennierenpräparaten zum Cocain in der Lokalanästhesie eine Verminderung der Giftwirkung und eine Erhöhung der anästhesierenden Kraft nach Zeit, Ausdehnung und Intensität zu erzielen ist. Für diese Wirkung der Nebennierenpräparate hat er auch eine geniale Erklärung gegeben; er sagt: „Die Existenz eines direkten Einflusses der Blutfüllung oder besser der Intensität des Stoffwechsels, der Vitalität der Gewebe auf Intensität, Ausbreitung und Dauer der örtlichen Cocainanästhesie steht außer Zweifel. In blutarmen Geweben, sowie überhaupt bei anämischen, schwächlichen Personen wirkt Cocain örtlich intensiver als in aktiv hyperämischen Geweben und bei kräftigen Menschen mit sehr lebhaften Stoffwechsel. In einem blutarmen Gewebe geschehen alle vitalen Vorgänge, unter ihnen die Resorption der eingeführten Substanz, träge und langsamer. Folglich bleibt dieselbe länger an Ort

und Stelle liegen als in einem Gewebe, das reichlich von Blut durchströmt ist, kann weiter als sonst in die Umgebung diffundieren und über einen größeren Bezirk seine örtlichen Wirkungen entfalten. Jeder Störung der Resorption, jeder Beeinträchtigung des Stoffwechsels muß daher eine Steigerung der örtlichen Wirkungen folgen.“ Eine in diesem Sinne wirkende Substanz besitzen wir in dem Adrenalin. Die günstigen Erfahrungen, die Braun mit den Nebennierenpräparaten in der Lokalanästhesie machte, legten den Gedanken nahe, sie auch in der Lumbalanästhesie anzuwenden. Die Ergebnisse der an Katzen angestellten Versuche berechtigten scheinbar zur Annahme einer gleich günstigen Wirkung in der Lumbalanästhesie. Während die tödliche Dosis ohne Adrenalinzusatz bei Katzen 0,018 g Cocain betrug, stieg sie bei Adrenalinzusatz bis auf 0,06 g. Als Bier in einer zweiten Versuchsreihe noch berücksichtigte, daß die Adrenalinischämie erst nach etwa einer Stunde eintritt, also erst nach einer Zeit, nachdem schon ein großer Teil des Cocains resorbiert ist, ermittelte er als tödliche Dosis 0,11 g Cocain.

Die Versuche halten aber einer strengen Kritik nicht stand. Mit Recht hat Michelsson dagegen eingewendet, daß Bier die für das Cocain ohne Adrenalinzusatz geltenden Werte von Eden übernommen hatte, der sie aber an Tieren gewonnen hatte, deren Körpergewicht erheblich geringer war als das der von Bier verwendeten. Durch eine rein theoretische Betrachtung kommt er zu dem Schlusse, daß bei Berücksichtigung des Körpergewichtes die Resultate bei Verwendung von Cocain mit Adrenalinzusatz annähernd die gleichen sind als ohne Adrenalin.

Dennoch ist den Nebennierenpräparaten ein günstiger Einfluß auf die Lumbalanästhesie nicht abzusprechen, wie die Versuche an Menschen gelehrt haben. Bier ging bei der Einführung der Nebennierenpräparate von der Voraussetzung aus, daß sie in der Lumbalanästhesie im gleichen Sinne wirkten als in der Lokalanästhesie. Diese Annahme erwies sich jedoch als nur zum Teil richtig. Wir wissen heute, daß das in den Lumbalsack injizierte Adrenalin keine merklichen Veränderungen des Blutdrucks hervorruft, also auch die dort liegenden Gefäße auch kaum stärker verengern wird. Die dabei jedoch unzweifelhaft statthabende Verzögerung der Resorption des Anästhetikums kommt zwar weniger in einer Verringerung der Nacherscheinungen als vielmehr in einer Verlängerung der Anästhesie zum Ausdruck. Bier ist der Meinung, daß die günstige Wirkung der Nebennierenpräparate in der Lumbalanästhesie nicht ausschließlich auf die Eigenschaft des Adrenalins, die Gefäße zu verengern, zu beziehen ist, sondern er hält noch einen anderweitigen Antagonismus zwischen dem Adrenalin und dem Anästhetikum für wahrscheinlich.

Der Zusatz der Nebennierenpräparate zum Anästhetikum ist heute ein fast allgemein übliches Verfahren und zwar findet das zweite Nebennierenextrakt, das Suprarenin, das vor dem Adrenalin verschiedene Vorzüge hat, Verwendung.

Dem gleichen Zwecke, der Verminderung der Nebenerscheinungen sollte die von Bier empfohlene Kopfstauung dienen. Nachdem es nach den nach dieser Richtung angestellten Versuchen keinem Zweifel mehr unterliegen konnte, daß die Hauptursache der unangenehmen Nebenerscheinungen in einer direkten

Berührung des Giftes mit dem Gehirn und der Medulla oblongata zu erblicken ist, suchte Bier ein Verfahren zu finden, das das Gift möglichst von diesen wichtigen Organen abhalte. Bei Verfolgung dieses Zieles machte er sich die bereits bekannte Tatsache zu nutze, daß bei Raumbeengung im Schädel der Liquor cerebrospinalis nach dem Rückenmark entweicht. Die Erzeugung der Raumbeengung macht aber gar keine Schwierigkeiten. Sie läßt sich in einfacher Weise durch Anlegen einer Binde um den Hals, die den Abfluß des venösen Blutes erschwert, hervorrufen. Für die dabei eintretende Steigerung des intrakraniellen Druckes besteht nur eine Möglichkeit eines teilweisen Ausgleiches, nämlich durch Verdrängung des Liquors aus dem Gehirn nach dem Rückenmark. Als Kriterium dafür, daß die Binde genügend stark angezogen ist, ist die im Gesichte auftretende Stauungshyperämie anzusehen. Die Injektion darf erst erfolgen, nachdem die Binde angelegt ist. Es ist darauf zu achten, daß sich die Binde während der Operation nicht lockert, da sonst der Liquor mit dem Gifte nach dem Gehirn zurückschnellt. Damit die Binde ihren Zweck auch vollständig erfüllen kann, muß sie solange liegen bleiben, bis das Anästhetikum fast gänzlich aus dem Liquor verschwunden ist, also ungefähr 3 Stunden. Das Verfahren ist jedoch keineswegs gefahrlos. Die ziemlich beträchtliche Erhöhung des Druckes im Schädelinnern stellt keinen geringfügigen Insult für das Gehirn dar. Selbstverständlich erleidet das normale Gehirn dadurch niemals eine Schädigung. Gelangt jedoch unglücklicherweise das Verfahren an einem mit Arteriosklerose des Gehirns behafteten Individuum zur Anwendung, so droht diesem

ernstlich die Gefahr einer Gehirnblutung. Es waren wohl hauptsächlich diese Bedenken, die Bier bestimmten, die Methode, noch ehe sie Verbreitung gefunden hatte, zu verlassen.

Rückschauend über den Weg, den die Lumbalanästhesie genommen hat, drängt sich uns der Gedanke auf, daß trotz rastloser Bemühungen von berufener Seite, die Methode zu verbessern, ihr Entwicklungsgang ein ungewöhnlich träger und langsamer war. Das Verfahren krankte eben von Anfang an dem Fehlen eines geeigneten Injektionsmittels. Der Zusatz von Nebennierenpräparaten zu den bekannten Anästheticis machte diesen Mangel auch nicht weniger fühlbar. Um so mehr war es zu begrüßen, als in rascher Aufeinanderfolge drei Anästhetika bekannt wurden, die mit dem Cocain zwar die anästhesierende Wirkung aber nicht die hohe Giftigkeit teilten. Es waren die nachgenannten: Tropacocain, Novocain und Stovain.

Schwarz rühmte bereits im Jahre 1901 die geringe Giftigkeit des Tropacocains, das den chemischen Namen Benzolpseudotropein trägt. Es wird wie das Cocain aus den javanischen Kokablättern gewonnen. Daß aber das Tropacocain nicht schon damals das Cocain verdrängte, ist dem Umstande zuzuschreiben, daß die Erfahrungen namhafter Autoren mit Tropacocain nicht mit denen Schwartz' übereinstimmten. So verhielt sich vor allem Bier, der in allem, was die Lumbalanästhesie anging, als tonangebend galt, auf Grund nicht eben günstiger eigener Erfahrungen ablehnend gegen das Anästhetikum. Erst in den nachfolgenden Jahren, nachdem immer mehr Stimmen laut geworden waren, die die Überlegenheit des Tropacocains gegenüber Cocain priesen, fand es allgemeine Aufnahme in die

Lumbalanästhesie. Es zeichnet sich vor dem Cocain, wie schon gesagt, dadurch aus, daß es geringere Nacherscheinungen als dieses auslöst. Bemerkenswert ist der einzig in der Literatur dastehende Fall einer parenchymatösen Blutung im Anschluß an die Tropacocain-Lumbalanästhesie. Kopfstein nahm bei einem Epileptiker die Operation eines ulcus prominens in Lumbalanästhesie vor. Schon 5 Minuten nach der Injektion trat eine bis zu den Hüften reichende auffallende Rötung der Beine auf, die sich aber nach 3 Minuten wieder verlor. Zu gleicher Zeit klagt der Patient über heftigen Schwindel. Eine Stunde nach der Operation machte man die Beobachtung, daß der Verband stark mit Blut durchtränkt sei; der Patient selbst war blaß, besinnungslos, der Puls kaum fühlbar. Nach Abnahme des Verbandes fiel die gleiche rote Färbung der Beine auf, die sie eine Stunde vorher gezeigt hatten. Die weitere Untersuchung ergab, daß nicht eine Nachblutung durch Lösung einer Gefäßunterbindung vorlag, sondern das Blut sickerte aus den Weichteilen und den Knochen der Operationsstelle. Es handelte sich also um eine ausgesprochen parenchymatöse Blutung. Das Tropacocain hat mit dem Cocain die geringe Beeinflussung der motorischen Sphäre gemein.

Es gelangt von Pohl in Danzig in alkalifreien Tuben aus Jenenser Glas in den Handel. Auf die Notwendigkeit, Alkalien, insbesondere Soda vom Anästhetikum fernzuhalten, ist man erst in späterer Zeit aufmerksam geworden. Die Erfahrung hatte nämlich gelehrt, daß Alkalien dadurch, daß sie das Anästhetikum zersetzen, einesteils seiner Wirksamkeit Abbruch tun und andernteils zur Entstehung unangenehmer Nach-

erscheinungen beitrugen. Die von der Firma Pohl hergestellten Tuben enthalten 1,25 ccm einer 5 % Tropacocainlösung mit Zusatz von 0,000125 g des salzsauren Nebennierenextraktes Suprarenin. Das Nebennierenpräparat wird also gleichzeitig mit dem Anästhetikum injiziert. Den von Bier vorgeschlagenen Modus der vorherigen Injektion hat man verlassen, da später Versuche gelehrt hatten, daß bei gleichzeitiger Injektion kein merklicher Unterschied gegenüber der vorherigen besteht. Die Lösung ist in der angegebenen Zusammensetzung fast isotonisch, so daß es eines Kochsalzzusatzes nicht bedarf; im allgemeinen wird zur Erhöhung der Haltbarkeit noch eine Spur Salzsäure zugesetzt. Die Frage, ob der Isotonie der anästhesierenden Lösung mit dem Liquor eine Bedeutung beizumessen sei, hat die Gemüter eine Zeitlang bewegt. Nach den mit den Cocain angestellten Versuchen erschien es sehr zweifelhaft, ob die fehlende Isotonie für das Zustandekommen der Nacherscheinungen mit verantwortlich zu machen sei. Das Cocain erwies sich aber für diese Versuche deshalb als ungeeignet, weil es an sich schon schwere Nacherscheinungen hervorruft, so daß die durch das Außerachtlassen der Isotonie bedingten, die doch nur geringfügigen Natur sein können, sich nicht bemerkbar machen. Versuche mit anderen weniger giftigen Mitteln haben denn auch die Frage im Sinne der Isotonie entschieden, so daß dieses Moment nunmehr bei der Herstellung von Injektionsmitteln Berücksichtigung findet.

Auf Veranlassung Dönitz stellt die Firma Pohl das Tropacocain auch in Tablettenform her. In dieser Modifikation eignet es sich besonders für den Gebrauch im Felde. Die Tabletten bestehen aus 0,05 g Tropa-

cocain und 0,0001 g Suprarenin. Sie befinden sich in steriler Packung. Bei Gebrauch wirft man sie in eine von Dönitz zu diesem Zweck konstruierte Spritze und zerquetscht sie leicht mit dem Stempel. Als Lösungsmittel dient der angesaugte Liquor. Die dabei entstehende Hypertonie der Lösung ist bedeutungslos; sie schadet jedenfalls weniger als eine hypotonische Lösung.

Novocain und Stovain unterscheiden sich darin wesentlich vom Tropacocain, daß sie in intensiver Weise auf die motorischen Nervenfasern einwirken. Das Stovain scheint darin das Novocain noch zu übertreffen. Aus dieser Eigenschaft beider Mittel erklären sich die häufig nach der Anästhesie auftretenden langdauernden Paresen verschiedener Muskeln, wie der Augenmuskeln und solcher der unteren Extremitäten. Unter den Muskellähmungen stellt das durch die Lähmung des Abducens bedingte Doppelsehen eine dem Patienten äußerst lästige Nacherscheinung dar. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die hochgradige Beeinflussung der motorischen Sphäre durch das Stovain als ein großer Vorzug dieses Mittels angesprochen werden muß. Denn es fällt so bei der Operation das beim Cocain und Eucain beobachtete störende Muskelzittern fort, ferner tritt eine so starke Erschlaffung der Bauchdecken ein, wie sie nur mehr die tiefste Allgemeinnarkose zu erzeugen imstande ist. Dadurch empfiehlt es sich für Laparotonien und auch für die Behandlung von Frakturen und Luxationen. Doch es liegt auch eine hohe Gefahr darin, daß sich die Wirkung des Stovains auch über die motorischen Nervenelemente erstreckt. Gelangt nämlich das Anästhetikum in genügender Menge zur Medulla oblongata und trifft

die dort liegenden lebenswichtigen Zentren der Atmung und des Herzens, so muß der Patient in höchste Lebensgefahr geraten. In der Tat sind auch in der Literatur eine Reihe von Fällen bekannt geworden, in denen die Patienten während der Operation infolge Atmungslähmung zugrunde gingen. Das mahnt zu großer Vorsicht in der Dosierung und bei Lageveränderung des Patienten nach der Injektion. Die bereits erwähnte bei Stovain fast regelmäßig beobachtete Pulsverlangsamung kann sich gelegentlich bis zum Collaps steigern und somit äußerst bedrohlich werden. Dem Stovain wurde auch vorgeworfen, daß es eine Reizwirkung auf die Nieren ausübt. Es sind zwar einzelne rasch abklingende leichte Nephritiden im Anschluß an die Stovain-Lumbalanästhesie festgestellt worden, doch sind sie ein zu seltenes Vorkommnis, als daß sie den Vorwurf rechtfertigen könnten.

Mit der in das Frühstadium der Lumbalanästhesie fallenden Erfindung des Stovains durch den französischen Chemiker Tournau war auch zugleich eine für das wirksame Prinzip der Anästhetika aufgestellte Theorie unhaltbar geworden. Man hatte die anästhesierende Kraft an Kohlenstoffringe gebunden gehalten, da das Cocain zwei und Eucain einen davon besitzt. Doch das Stovain wies zur allgemeinen Überraschung keinen einzigen auf.

Tropacocain, Novocain sind wohl heutzutage nahezu gleich verbreitet. Sache der persönlichen Erfahrung ist es für den Operateur, welchem Mittel er den Vorzug gibt. Wenn jedoch eines der drei Anästhetika eine gewisse Vorherrschaft erlangt hat, so ist es das Stovain.

Das Novocain in Verbindung mit Suprarenin wird

von den Höchster Farbwerken in Ampullen von 3 ccm Inhalt in den Handel gebracht. Von dem Stovain existieren zwei Präparate, ein deutsches, das Stovain-Riedel, und ein französisches, das Stovain-Billon. Davon scheint sich das französische Erzeugnis besser zu bewähren. Bier verwendet eine 4% Stovainlösung, deren Gefrierpunkt bei 0,488°C liegt unter Zusatz von 0,01% Nebennierenpräparat und 0,11% Kochsalzlösung zur Erzeugung der Isotonie. Das Stovain-Billon wird in zugeschmolzenen Ampullen, die 2 ccm einer 4% Stovainlösung mit Zusatz von 0,11% Kochsalz und 0,00013% borsaures Epirenan enthalten, in den Handel gebracht.

Was die Frage der spezifischen Gewichtsverhältnisse der Anästhetika zum Liquor anlangt, der Krönig und Gauß eine so hohe Bedeutung beimaßen, so ergaben ihre Untersuchungen folgendes. Als spezifisches Gewicht für den Liquor hatten sie die Zahl 1,0 ermittelt. Wir lassen die Werte für Novocain, Tropacocain und Stovain bei verschiedenen Temperaturen folgen.

1. Novocain-Höchst als 5% Lösung, hat bei
   38°C ein spez. Gew. von 1,001
   30°C „ „ „ „ 1,004
   22°C „ „ „ „ 1,006

Novocain als Tabletten enthaltend, 0,05 Novocain und Suprarenein bei
   38°C ein spez. Gew. von 1,002
   30°C „ „ „ „ 1,005.

2. Tropacocain in 10% Lösung hat bei
   38°C ein spez. Gew. von 1,003; bei
   30°C „ „ „ „ 1,008.

3. Stovain-Riedel in 10% Lösung hat bei
   38° C ein spez. Gew. von 0,909
   30° C „ „ „ „ 1,002.
4. Stovain-Billon ohne Adrenalin hat bei
   38° C ein spez. Gew. von 0,998
   30° C „ „ „ „ 1,001.

Demnach sind die beiden Stovainpräparate allein bei Körpertemperatur spezifisch leichter als der Liquor.

Die völlige Erhaltung des Bewußtseins, das hervorstechendste Merkmal der Lumbalanästhesie, war es anfänglich, die auf jeden, der zum ersten Male einer solchen Operation beiwohnte, großen Eindruck machte. Man war eben zur damaligen Zeit, obwohl die Lokalanästhesie sich schon ein großes Feld erobert hatte, noch ganz in der Vorstellung befangen, daß die Anästhesie eines größeren Körpergebietes notwendigerweise mit einer Aufhebung des Bewußtseins einhergehen müßte. Doch bald wurde die Unversehrtheit des Bewußtseins in der Lumbalanästhesie als ein Mangel der Methode empfunden. Denn viele widersetzten sich einer Operation bei wachem Bewußtsein und andere erschwerten durch ihre Unruhe die Aufgabe des Operateurs. Es ist Krönig als hohes Verdienst anzurechnen, daß er durch die Kombination der Lumbalanästhesie mit dem Scopomorphindämmerschlaf nicht nur diesen Mangel beseitigte, sondern auch die Anästhesie dadurch noch etwas unterstützte. Die Verbindung beider hat sich so vorzüglich bewährt, daß man heute ruhig sagen kann, der Scopomorphindämmerschlaf ist ein integrierender Bestandteil der Lumbalanästhesie geworden. Bier verwendet das Riedel'sche Scopomorphin. Von dem Inhalte des Riedel'schen Kölbchens, dem Scopolamin. hydrobrom.

0,0012, Morphin. hydrochloric. 0,03, Aqu. dest. ad 2 ccm, werden zweimal je 0,7—0,8 ccm, also im ganzen zwei Drittel des Inhalts, $1^1/_2$ und $^3/_4$ Stunden vor der Operation eingespritzt. Der Kranke versinkt dadurch in einen Schlaf, der aber nicht so tief ist, daß man ihn nicht mehr aufsetzen und die Lumbalpunktion im Sitzen ausführen könnte.

Es möge hier noch eine hinsichtlich der Injektionsmittel von dem allgemein üblichen Verfahren etwas abweichende Form der Lumbalanästhesie Erwähnung finden. Die Verzögerung der Resorption und die daraus resultierende Verlängerung der Anästhesie und Verminderung der Nacherscheinungen, die die Nebennierenpräparate nur in unbefriedigender Weise bewirkten, erhoffte Ehrhardt im vollkommeren Maße von dem Zusatze einer Gummilösung zum Anästhetikum. Ehrhardt knüpfte dabei an Versuche Klapp's an, von denen die seinigen sich nur durch die Verschiedenheit der Gummilösung unterschieden. Er konnte durch Zusatz einer 2% Gummilösung zu einer 1% Tropacocainlösung unter Zuhilfenahme der Beckenhochlagerung in einigen Fällen Anästhesien des ganzen Körpers erzeugen, ohne dabei ernste Störungen der Herz- und Atmungstätigkeit zu beobachten; in andern Fällen traten aber so schwere aseptische Meningitiden auf, daß die Methode keinen Anspruch darauf erheben konnte, Eingang in die Chirurgie zu finden.

V. Kapitel.

Technik.

In einem wohleingerichteten Krankenhause sollte das gesamte für die Lumbalanästhesie gebräuchliche Instrumentarium einschließlich der Injektionsflüssigkeit

in dem von Dönitz angegebenen Thermophorkasten aufbewahrt werden. Er besteht aus doppelten Blechwänden, in deren Zwischenräumen sich die Thermophormasse aus essigsaurem Natron befindet. Der Kasten hält, nachdem er 10 Minuten lang gekocht worden ist, die Wärme 5—7 Stunden auf annähernd Körpertemperatur. Seine Verwendung empfiehlt sich deshalb, weil die Erfahrung gelehrt hat, daß Lösungen, deren Temperatur nicht annähernd der Körpertemperatur entspricht, eine Reizwirkung auf das Rückenmark ausübt.

Was das Instrumentarium selbst anlangt, ist an Stelle der dünnen Quincke'schen Punktionsnadel, die sich leicht verbiegt, eine aus reinem Nickel hergestellte dickere Nadel getreten, deren Spitze nur ganz wenig und stumpf abgeschrägt ist. Nadel mit langer, schräger Spitze sind insofern unzweckmäßig, als sie leicht dazu Veranlassung gaben, daß man entweder zu tief einsticht und Nerven anspießt oder zu früh injiziert. Denn der Umstand, daß der Liquor bereits abtropft, wenn nur ein Teil der Öffnung der Nadel sich im Duralraum befindet, kann in der falschen Voraussetzung, daß die ganze Öffnung sich in der Zysterne befinde, in vielen Fällen zu einer vorzeitigen Injektion führen.

Die Pravaz'sche Spritze wurde neuerdings durch die Rekordspritze ersetzt. Da sich der Metallstempel als unzweckmäßig erwies, ließ Dönitz Rekordspritzen mit Glasstempel herstellen. Der Führungsstab besteht aus Metall.

Spritze und Nadel werden durch Auskochen in gewöhnlichem Wasser oder Sodalösung sterilisiert, hierauf müssen sie besonders, wenn sie in Sodalösung

ausgekocht wurden, sorgfältig mit physiologischer Kochsalzlösung ausgespült werden. Weder der Nadel noch der Spritze darf eine Spur Sodalösung anhaften, da sie das Anästhetikum zersetzt. Das Instrumentarium bleibt, wie schon gesagt, bis zu seiner Verwendung im Thermophorkasten liegen.

Weiterhin soll die Technik im engeren Sinne näher ins Auge gefaßt werden. Bier redete in seiner ersten Veröffentlichung über die Lumbalanästhesie der Injektion im Liegen das Wort, da er den Übergang von sitzender in liegende Stellung mit Unbequemlichkeit verbunden hielt. Er ließ sich aber bald davon überzeugen, daß die Injektion im Sitzen leichter ausführbar ist und schloß sich daher ebenfalls dem von verschiedenen Autoren bereits geübten Modus an. Der Patient sitzt so auf dem Operationstisch, daß die Beine nach einer Seite herabhängen. Kopf und Rücken werden leicht nach vorne gebeugt, wodurch eine kyphotische Krümmung der Lendenwirbelsäule zustande kommt, die die Punktion erleichtern soll. Jede seitliche Verbiegung der Lendenwirbelsäule muß dabei peinlich vermieden werden. Das Aufsuchen des gewünschten Zwischenwirbelraumes erleichtert man sich dadurch, daß man ein Tuch über die Höhe der beiden Darmbeinkämme spannt. Dieses geht über den Dornfortsatz des 4. Lendenwirbels. Von hier aus kann man sich nunmehr unschwer orientieren. Von der Infiltration der Weichteile der Einstichstelle nach Schleich ist man abgekommen, da einerseits das Durchstechen der Weichteile wenig schmerzhaft ist und andererseits die Punktion dadurch erschwert wird. Die mit einem Mandrin versehene Kanüle muß genau in die Mittellinie in sagitaler Richtung eingestochen

werden, damit sie in den von den beiden Caudahälften begrenzten, mit Liquor gefüllten Spaltraum gelangt; die Nadel stößt, nachdem sie die mit Alkohol gereinigte oder mit einem Jodanstrich versehene Haut durchdrungen hat, auf einen geringen von den ligamenta interspinosa ausgehenden Widerstand. Nachdem dieser überwunden ist, wird der Mandrin entfernt. Die Dura setzt der eindringenden Nadel ebenfalls einigen Widerstand entgegen. Die Punktion ist richtig ausgeführt, wenn, nachdem die Dura durchstoßen ist, der Abfluß des Liquors in rascher Tropfenfolge oder im Strahle erfolgt. Tropft dagegen der Liquor nur langsam ab, so deutet das meistens darauf hin, daß die Öffnung der Nadel sich nicht in der Zysterne befindet. In diesem Falle muß man versuchen, durch Verschieben der Nadel die rechte Lage zu geben. Die Vermehrung des Liquorabflusses zeigt dann an, daß die Manipulation gelungen ist. Bezüglich der Menge des abzulassenden Liquors gilt der Grundsatz, daß das Volumen des abfliessenden Liquors ungefähr dem der zu injizierenden Lösung entsprechen soll, damit nennenswerte Änderungen des Liquordruckes vermieden werden. Sie lassen sich aber am sichersten ausschließen bei Verwendung der Krönig'schen Steigröhre, die eine genaue Kontrolle des Liquordruckes ermöglicht.

Nach langsamer Injektion der gebräuchlichen Menge von 0,04 g Stovain oder 0,05 g Tropacocain und den Zusatzpräparaten in 1 ccm Wasser gelöst und daran anschließender horizontaler Lagerung des Patienten tritt nach etwa 5 Minuten eine Anästhesie ein, die kaum über das Leistenband hinausgeht. Für Operationen am Damme ist sie vollauf genügend. Um höher hinaufgehende Analgesien zu erzielen, stehen

dem Operateur verschiedene technische Maßnahmen zur Verfügung, so in erster Linie die Wendung des Anästhetikums in größerer Verdünnung. Das Injektionsmittel wird in diesem Falle in einfacher Weise durch eine bestimmte Menge mit der Spritze angesaugten Liquors verdünnt. Bier hat festgestellt, daß zur Erzeugung ausreichender Analgesien an den Beinen 5 ccm, der Leistengegend bis zu 8 ccm und darüber hinaus bis zu 10 ccm anzusaugen sind. Es dürfte aber im allgemeinen nicht üblich sein, bis zu 10 ccm anzusaugen, denn eine so hochgradige, wenn auch nur vorübergehende Verminderung der Liquormenge kann nicht unbedenklich erscheinen.

Es sei hier noch eingeschaltet, daß im Falle des Versagens der Anästhesie es nicht ratsam ist, eine zweite Injektion zu machen. Denn Michelson und Reclus berichten über je einen Fall, in dem die Anästhesie aus Gründen, die sich ihrer Kenntnis entzogen, erst $1^1/_2$ Stunden nach der Injektion eintrat. Das Anästhetikum befand sich also doch in wirksamer Menge im Duralsack. Durch eine nochmalige Injektion würden demnach die Gefahren einer Überdosierung heraufbeschworen.

In ungleich zuverlässiger Weise als die Verdünnung des Anästhetikums durch den Liquor wird die Tendelenburg'sche Beckenhochlagerung der Forderung gerecht, das Anästhetikum mit höher gelegenen Teilen des Rückenmarks in Berührung zu bringen. Der Patient verharrt nach der Injektion noch 5 Minuten in sitzender Stellung und wird dann vorsichtig horizontal auf den Operationstisch gelagert. Dabei findet schon eine Strömung des Liquors kopfwärts statt, da, wie bereits erwähnt, der Liquor den Rückenmarks-

kanal nicht in seiner ganzen Länge ausfüllt und deshalb den Gesetzen der Schwere folgt. Der Abfluß nach dem Halsmark läßt sich noch dadurch steigern, daß man den Operationstisch am Kopfende senkt, wodurch allmählich das Becken höher zu liegen kommt als der Kopf. Es liegt in der Hand des Operateurs durch geringe oder starke Senkung des Tisches eine kleine oder große Menge des Liquors nach dem Kopfe zu fördern. Untersuchungen an der Leiche durch Krönig und Gauß ergaben bei der Punktion zwischen 1. und 2. Lendenwirbel im Sitzen eine Druckhöhe von 350 mm, die im Liegen auf 120 mm sank. Bei der an die Injektion von Stovain angeschlossenen Senkung des Tisches um 30° sank der Liquordruck auf Null; die Punktion in der Höhe der Medulla oblongata förderte stovainhaltigen Liquor zutage. Der Liquor führt das Anästhetikum nach dem Halsmark. Aus den eben geschilderten Verhältnissen ergibt sich die wichtige Forderung, jede Lageveränderung behutsam auszuführen, da der brüske Lagewechsel die Gefahr in sich schließt, daß das in der Lumbalgegend deponierte Anästhetikum nach der Medulla oblongata fortgeschwemmt wird. Die Erscheinungen werden dann um so stürmischer sein, je geringer der Grad der Verdünnung ist, den es erfahren hat. Die Autoren, die nun aber verlangen, die Beckenhochlagerung vollständig zu verlassen, um eine ernste Gefahr völlig auszuschalten, schütten das Kind mit dem Bade aus, denn die Beckenhochlagerung stellt unstreitig ein wertvolles Hilfsmittel zur Erzeugung hochgehender Anästhesien dar. Die Gefahren können, ohne auf die Vorteile, die die Beckenhochlagerung bietet, verzichten zu müssen, dadurch vermieden werden, daß

man bei Gebrauch der Beckenhochlagerung die peinlichste Vorsicht beobachtet. Bei Anwendung der Beckenhochlagerung sind Operationen in Nabelhöhe stets schmerzlos auszuführen. Die Anästhesie steigt in einzelnen Fällen noch weit höher. Überhaupt beobachtet man, daß bezüglich der Höhenausdehnung der Spinalanalgesie bei Verwendung gleicher Dosen große individuelle Schwankungen vorkommen.

Die fast allgemein übliche Methode, die Anästhesie in die Höhe zu treiben, ist die Kombination der Beckenhochlagerung mit einer mäßigen Verdünnung des Anästhetikums.

Der Vollständigkeit halber sei auch eine heute nicht mehr übliche Maßnahme, das Anästhetikum zu höher gelegenen Marksegmenten emporzutreiben, beschrieben. Es ist das die von Bier zur Fernhaltung des Anästhetikums von Gehirn und Medulla oblongata angegebene Kopfstauung, die aber hier dem entgegengesetzten Zwecke diente. Die Binde wurde vor der Punktion angelegt, nach der Injektion noch kurze Zeit liegen gelassen und dann entfernt. Der aus dem Gehirn verdrängte Liquor schnellte dann dahin zurück, das Anästhetikum mit sich reißend. Wägen wir das Für und Wider der Methode ab, so müssen wir zu einem für das Verfahren sehr ungünstigen Ergebnis gelangen. Denn der nicht einmal hoch einzuschätzenden Möglichkeit hochgehende Anästhesien zu erzielen, stehen ernste durch die starken Druckschwankungen des Liquors und durch die unmittelbare Berührung des Anästhetikums mit dem Gehirn bedingte Gefahren gegenüber.

VI. Kapitel.

Anwendungsgebiete und Indikationen.

Bier hat bei seinen ersten Versuchen gezeigt, daß sich selbst mit der damals unvollkommenen Form der Lumbalanästhesie die schwersten Eingriffe an den unteren Extremitäten schmerzlos ausführen lassen. Mit der Verbesserung der Methodik sind auch Operationen an höher gelegenen Stellen des Körpers in das Bereich der Rückenmarksanästhesie gefallen. So konnten Bier und andere in einigen Fällen sogar Operationen am Thorax und an den Vorderarmen ausführen. Doch nach den heute geltenden Regeln kommen Operationen an diesen Körperstellen für die Lumbalanästhesie nicht mehr in Frage. Als obere Grenze gelten nunmehr Appendixoperationen vorne und hinten die Nierenfreilegung. Radikaloperationen von Hernien lassen sich gut unter Lumbalanästhesie ausführen. Die dabei während der Lösung des Bruchsackes auftretende Blässe des Gesichts, das Kleinerwerden des Pulses und der Schweißausbruch sind ohne Zweifel als eine durch die Zerrung am Bauchfell hervorgerufene Reizung des nicht gelähmten Sympathikus zu deuten.

Die Ausbreitung der Anästhesie über den Lendenteil des Körpers läßt das Verfahren besonders für gynäkologische Operationen geeignet erscheinen. Alle für den Gynäkologen in Frage kommenden Operationen lassen sich unter Lumbalanästhesie ausführen. Von verschiedenen Autoren wird außerdem angegeben, daß die primäre Mortalität der unteren Lumbalanästhesie operierten Uteruskarzinome geringer sei gegenüber den in Allgemeinnarkose operierten.

In die Geburtshilfe wurde das Verfahren von Kreis eingeführt. Es fand von ihm Verwendung zur Ausführung geburtshilflicher Operationen und Beseitigung intensiven Wehenschmerzes. Die Kreißenden empfanden nach Injektion von 0,01 g Cocain die Wehen nur mehr als Spannung im Leibe. Die Wehentätigkeit selbst blieb völlig unbeeinflußt. Frequenz und Intensität der Wehen waren nach wie vor die gleiche. Dagegen blieb, offenbar infolge des aufgehobenen Schmerzgefühls, die reflektorische Spannuug der Bauchdecken aus. Doch die zum Mitpressen aufgeforderte Kreißende vermochte die Bauchpresse ebenso kräftig anzuspannen wie vorher. Die Nachgeburtsperiode verlief völlig normal. Westermark stellte durch eingehende Untersuchungen bei Kreißenden bei Anwendung der Stovain-Lumbalanästhesie eine hochgradige Ausziehung des unteren Uterinsegmentes fest, die er auf eine Lähmung der Muskulatur dieses Uterusabschnittes zurückführt. Es scheint demnach dieser Teil des Uterus von einer Stelle des Rückenmarks innerviert zu werden, die unter dem Einfluß des Anästhetikums steht. Die Funktion des Hohlmuskels wurde durch das Stovain nicht gestört. Der ungünstige Einfluß der Lumbalanästhesie auf das untere Uterinsegment hat aber keine praktische Bedeutung. Bei geburtshilflichen Operationen kann wegen der kurzen Dauer des Eingriffes die Ausziehung keine so starke sein, daß die Gefahr einer Ruptur droht. Hingegen empfiehlt sich das Verfahren für diese Operationen dadurch, daß im Gegensatz zur Allgemeinnarkose keine oder nur ganz verschwindende Mengen des Giftes auf das Kind übergehen.

Bier glaubte dem Verfahren in der Kriegschirurgie,

in der Tierheilkunde und in der Physiologie eine große Zukunft prophezeien zu dürfen. Von ihm und von anderer Seite wurde schon frühzeitig die Brauchbarkeit der Methode im Kriegsfalle hervorgehoben. Die Möglichkeit, mit wenig Assistenz zu operieren, erschien ihm gerade in diesem Falle ein nicht hoch genug anzuschlagender Vorteil des Verfahrens.

Bier's Ansicht, daß die Lumbalanästhesie in der Tierheilkunde noch eine große Bedeutung erlangen würde, gründete sich darauf, daß es, wie Klapp gezeigt hat, mit Hilfe der Lumbalanästhesie leicht gelingt, Tiere am ganzen Körper unempfindlich zu machen. Diese Eigenschaft der Lumbalanästhesie glaubte er deshalb besonders hoch einschätzen zu müssen, weil die Allgemeinnarkose von Tieren bekanntlich sehr schlecht vertragen wird. Aus den angeführten Momenten erhellt auch zugleich der Wert des Verfahrens für physiologische Tierversuche. In einer seiner Arbeiten über die Lumbalanästhesie gab Bier der Überzeugung Ausdruck, daß die genaue Untersuchung von Tieren und besonders von Menschen während der Anästhesie der Nervenphysiologie und Pathologie wertvolle Aufschlüsse geben könne.

Strenge Indikationen des Verfahrens sind bis heute noch nicht aufgestellt worden. Indes ist es eine unbestrittene Tatsache, daß gerade bei alten, heruntergekommenen Leuten die Methode mit großem Vorteil angewendet wird. Bier hatte schon bei seinen ersten sechs Versuchen die auffällige Beobachtung gemacht, die später von allen Autoren bestätigt wurde, daß alte und elende Kranke die Lumbalanästhesie wider Erwarten gut vertragen. Die Nacherscheinungen waren in der Regel geringer und die Anästhesie intensiver

als bei jungen und kräftigen Individuen. Dönitz hat die Erscheinung dann dahin präzisiert, daß bei alten Leuten die untere Hälfte des Lumbalsackes, bei jüngeren Menschen dagegen die obere Hälfte geeigneter für die Rückenmarksanästhesie sei, was die akuten Gefahren anlangt. Eine hochgehende Anästhesie kann alten Leuten wegen der Schwäche der Atmungsmuskeln und der Rigidität des Thorax und eines eventuell bestehenden Emphysems gefährlich werden.

Indiziert ist das Verfahren beim Bestehen eines Krankheitszustandes, der durch die Inhalationsnarkose eine wesentliche Verschlimmerung erfahren würde, also bei Herzschwäche, schweren Lungenerkrankungen, Diabetes und Nephritis. Selbstverständlich wird man in diesen wie in allen andern Fällen von der Anwendung der Lumbalanästhesie abstehen, wenn die Lokalanästhesie zum Ziele führt.

Kontraindikationen von allgemeiner Gültigkeit bestehen ebenfalls nicht. Bier und andere empfehlen, Personen unter 16 Jahren von der Lumbalanästhesie auszuschließen, da eine gewisse geistige Reife Voraussetzung für die Anwendung sei. Weiterhin ist vor dem Gebrauche zu warnen bei organischen Erkrankungen des Nervensystems, bei allgemeiner Sepsis und bei akuten Infektionskrankheiten, da in diesen Fällen die Möglichkeit einer Infektion des Rückenmarks bei der Punktion gegeben ist. Syphilis gilt im allgemeinen auch als Kontraindikation.

Ebenso verbietet sich die Lumbalanästhesie bei vorhandener Arteriosklerose der peripheren Arterien, da in diesen Fällen die Möglichkeit des Bestehens einer Gehirnarteriosklerose nicht von der Hand zu weisen ist. Leider kommt es aber gar nicht so selten

vor, daß eine fortgeschrittene Gehirnarteriosklerose vorhanden ist, ohne daß die peripheren Arterien arteriosklerotische Veränderungen aufweisen. Von einem solchen Falle berichtet Birnbaum. Es handelte sich um eine in Stovain-Lumbalanästhesie operierte Patientin, die vorher niemals Zeichen einer Gehirnarteriosklerose dargeboten hatte. Sie erkrankte kurz nach der Operation unter schweren cerebralen Erscheinungen. Am 9. Tage erfolgte der Exitus. Die Autopsie ergab eine schwere Arteriosklerose des Gehirns ohne Veränderungen an den peripheren Arterien. Patienten mit Gehirnarteriosklerose werden durch die Lumbalanästhesie deshalb so sehr gefährdet, weil bei ihnen erfahrungsgemäß schon geringfügige Insulte des Gehirns, wie Druckschwankungen, schwere Erscheinungen auslösen können. — Im Zusammenhange mit der Lumbalanästhesie stehen die Versuche von Goldscheider und Flatau, Anästhesien durch Einwirkung hoher Temperatur auf das Rückenmark zu erzeugen Kaninchen, die im Thermostaten eine Zeitlang einer Temperatur von 43—44° ausgesetzt waren, wiesen, unmittelbar danach getötet, Veränderungen der Vorderhornzellen auf, nämlich Veränderungen der Hißl'schen Zellkörperchen, Undeutlichwerden des Kernes und Alterationen der Dentriden und des Achsenzylinderfortsatzes. Diese Affektion war eine universelle sich über das ganze Rückenmark erstreckende. Bei den 24 Stunden bis 3 Tagen nach der Einwirkung der Wärme getöteten Tieren war ein allmählicher Rückgang der genannten Veränderungen zu beobachten. Das Rückenmark hatte also ähnlich der Einwirkung eines Anästhetikums keine dauernden Schädigungen erfahren; daß es sich nur um eine vorübergehende

Störung eines Lebensvorganges handelte, ging daraus hervor, daß die Wärmeeinwirkung am dekapitierten Kaninchen keine Veränderungen hervorrief. Die Versuche sind wissenschaftich interessant, entbehren aber der praktischen Bedeutung.

VII. Kapitel.

Würdigung des Verfahrens.

Trotzdem das Verfahren nunmehr schon 15 Jahre alt ist, ist man sich in Fachkreisen über seinen praktischen Wert noch nicht einig. Die Ansichten über seine Brauchbarkeit divergieren noch außerordentlich. Der Enthusiasmus, mit dem das Verfahren vor allem von ausländischen Autoren aufgenommen wurde, hat vielfach einem Skeptizismus und in einigen Fällen sogar einer schroffen Ablehnung Platz gemacht, deren Ursachen wohl zweifellos in durch kritiklose Anwendung bedingten unangenehmen Erfahrungen zu suchen sind. Auch die, die das Verfahren nicht verwerfen, sind wieder in zwei Lager gespalten. Während die einen einer wahllosen Anwendung bei Eingriffen an der unteren Körperhälfte das Wort reden, machen die andern eine strikte Indikation zur Voraussetzung für die Anwendung. Die letzteren begründen ihren Standpunkt damit, daß das Verfahren keineswegs ungefährlich sei und man sich deshalb seiner nur in gegebenen Fällen bedienen solle. Diese Meinung ist aber durchaus irrig. Daß die Methode noch unvollkommen ist, muß zugegeben werden. Dagegen hat die Erfahrung gelehrt, daß bei richtiger Handhabung der Technik dem Verfahren keine ernste Gefahr anhaften, daß sich Nebenerscheinungen und Versager fast völlig vermeiden lassen. Auch die Mißerfolge, das Versagen der Anä-

sthesie, waren bis vor kurzem eine Hauptwaffe der Gegner der Lumbalanästhesie. Die Anästhesie versagte so häufig und scheinbar ohne jeglichen Grund, daß man geradezu von einer „Launenhaftigkeit der Methode“ sprach. Heute aber wissen wir, daß die Mißerfolge auf eine fehlerhafte Technik zurückzuführen sind. Im folgenden soll etwas näher auf diese Frage eingegangen werden. Man hat die Versager in technische und Wirkungsversager eingeteilt. Von einem technischen Versager spricht man dann, wenn die Lumbalpunktion infolge technischer Schwierigkeiten mißlingt, wie das bei starken Verkrümmungen der Lendenwirbelsäule und knöchernen Vereinigungen der Wirbel der Fall zu sein pflegt. Ihre Zahl ist aber außerordentlich gering, da ja Fälle, bei denen sich die Punktion voraussichtlich schwierig gestaltet, von vornherein ausgeschieden werden können. Das eigentliche Gros der Versager bilden die Fälle, in denen trotz gelungener Lumbalpunktion die Anästhesie ausbleibt oder ungenügend ist. Wenn man bedenkt, daß noch vor einigen Jahren Sonnenburg ihre Zahl auf 10%, Lexer und Bosse sogar auf 16% berechneten, so wird man verstehen, daß sie geeignet waren, die Methode in Mißkredit zu bringen. Nun hat sich aber erfreulicherweise gezeigt, daß mit der größeren Routine, die der Operateur in der subtilen Technik erlangt, diese unangenehmen Vorkommnisse seltener werden. So mehren sich auch schon die Mitteilungen aus Kliniken, daß sie unter 80—100 Fällen keinen Versager zu verzeichnen haben. Es hat nicht an Vorschlägen zur Vermeidung von Mißerfolgen gefehlt, die aber in den meisten Fällen auf eine weitere Komplizierung der Technik hinauslaufen. Bewährt scheint

sich die von Krönig empfohlene Maßnahme zu haben, zwischen Nadel und Spritze ein Gummistück einzuschalten, das eine Verschiebung der in den Duralsack eingedrungenen Nadel verhüten soll. Pounaru glaubt einen Teil der Versager darauf zurückzuführen, daß das Stovain mit dem alkalisch reagierenden Liquor einen Niederschlag gebe, wodurch die Wirksamkeit der Lösung beeinträchtigt werde. Da der Grad der Alkaleszens des Liquors individuellen Schwankungen unterliegt, so muß nur in den Fällen, in denen er ein sehr hoher ist, ein nahezu völlige Aufhebung der Wirkung des Stovains daraus resultieren. Er empfiehlt daher dem Stovain vor der Injektion eine minimale Menge Milchsäure zur Neutralisierung des Liquors zuzusetzen. Er behauptet, damit sehr günstige Erfahrungen gemacht zu haben. Es erscheint nur aber notwendig, bevor diese kleine Modifikation Gemeingut wird, die Experimente Pounarus einer eingehenden Prüfung zu unterziehen. Die meiste Beachtung verdient meines Erachtens aber der Vorschlag mit der Ausführung der Lumbalanästhesie tunlichst die gleiche Person zu betrauen, damit diese im Laufe der Zeit eine größere Fertigkeit darin erlangt.

Noch ein weiterer Umstand muß davon abhalten, die Bedeutung der Versager zu überschätzen. Es gilt heute als eine tausendfältige bewiesene Tatsache, daß eine im Falle des Versagens der Lumbalanästhesie eingeleitete Allgemeinnarkose nicht nur ohne jeglichen Schaden vertragen wird, sondern dabei auch ein auffallend geringer Verbrauch an Narkotikum zu konstatieren ist. Ernste Zufälle während der Operation, wie schwere Collapse und Atmungsstillstand können heute nicht mehr auf Rechnung der Unvollkommenheit der

Methode gesetzt werden, sondern sie sind ebenfalls als die Folgen einer fehlerhaften Technik aufzufassen. Die Nacherscheinungen sind in der Mehrzahl der Fälle so geringfügig, daß ihnen keine Bedeutung beizumessen ist. Anspießung von Nerven und Gefäßen können zwar sehr lästige Neuralgien und Blutergüsse zur Folge haben, sind im übrigen aber bedeutungslos.

Den unbedeutenden Nachteilen des Verfahrens stehen eine Reihe klar zutage liegender Vorteile gegenüber. Es wurde bereits erwähnt, daß im Gegensatze zur Allgemeinnarkose Herz- und Lungenleiden durch die Lumbalanästhesie nicht beeinflußt werden, weshalb auch in den Fällen, in denen die genannten Affektionen in einem stärkeren Grad bestehen, die Lumbalanästhesie als injiziert gilt. Chloroform ist ein den Herzmuskel schädigendes Gift. Da seine Narkosenbreite ungemein niedrig ist, so ist die Mortalität der Chloroformnarkose eine relativ hohe. Sie ist aber wahrscheinlich noch höher als man schlechthin annimmt, denn es werden wahrscheinlich nicht alle Fälle, in denen die Patienten einige Tage nach der Operation unter den Erscheinungen zunehmender Herzschwäche dem sogenannten sekundären Chloroformtod erliegen, auf die Narkose bezogen, da die Todesursache nur durch die mikroskopische Untersuchung des Herzmuskels völlig geklärt werden kann.

Chloroform und in noch weit höherem Maße der Äther sind Lungengifte. Das Zustandekommen postnarkotischer Bronchitiden und Pneumonien erklärten Suel und Bunge so, daß Äther und Chloroform auf die Zellen des Lungengewebes eine schädigende Wirkung ausüben, die, wenn sie auch nicht immer zu nachweisbaren anatomischen Veränderungen führe, sich nach

Engelhardt einer Herabsetzung der bakteriziden Kraft der Lungen äußere. Diese Abnahme der Resistenz gegenüber Infektionen ist eine spezifische Wirkung von Äther und Chloroform, also von Stoffen, die sich in den Lipoiden der Erytrocyten und den Großhirnganglienzellen lösen, da sie bei Verwendung von nicht fettlösenden Mitteln, also auch bei den in der Lumbalanästhesie verwendeten Alkaloiden nicht beobachtet wurde.

In Anbetracht der Häufigkeit der postnarkotischen Pneumonien (4—5 %) und der hohen Zahl der letal verlaufenden Fälle, muß die Lumbalanästhesie als ein sehr begrüßenswerter Fortschritt nach dieser Hinsicht angesehen werden. Seltener sind hier die Fälle, in denen der Chirurg manch glänzendes Operationsresultat gefährdet sieht und seltener die, in denen, ohne daß er es hindern kann, der Patient, den er dem Tode entrissen zu haben glaubte, dieser tückischen Krankheit zum Opfer fällt.

Diese günstige Wirkung der Lumbalanästhesie beruht aber nicht ausschließlich auf dem Fortfall eines das Lungengewebe direkt schädigenden Agens, sondern sie ist noch durch ein weiteres Moment bedingt. So ist es wohl keine Frage, daß dadurch, daß die Patienten schon kurze Zeit nach der Operation aufstehen und daß sie, da sie bei klarem Bewußtsein sind, zu tiefer Atmung angehalten werden können, der Entstehung von Pneumonien vorgebeugt wird.

Die geringe Alteration des Allgemeinbefindens der Kranken bei der Lumbalanästhesie ist aber noch in anderer Hinsicht von weitragender Bedeutung. Die Fähigkeit der Patienten, schon kurze Zeit nach der Operation genügende Mengen Nahrung zu sich

nehmen zu können, sichert in manchen Fällen erst den Operationserfolg.

Als ein weiterer Vorzug vor der Allgemeinnarkose, der besonders an kleinen Krankenhäusern angenehm empfunden werden muß, wäre zu nennen, daß man mit geringerer Assistenz auskommt.

Bier interessierte die Frage, ob die Lumbalanästhesie analog der Allgemeinnarkose die normalerweise schwere Verletzungen, wie Erzeugung des Pneumothorax, begleitende Schockwirkung ausschaltet. Das für seine Versuche geeignete Objekt war der Hund, da er sich leicht total anästhesieren läßt. Nun ist es einem jeden Jäger bekannte Tatsache, daß der Rehbock und selbst der Hirsch infolge der Schockwirkung auf kurze Entfernung vom aasjägerischen Schrotschusse getroffen, im Feuer fällt, obwohl er häufig keine tödliche Verletzung aufweist. Dagegen läuft das genannte Wild mit dem waidgerechten Kugelschusse, selbst wenn das Geschoss das Herz durchbohrte, nicht selten 100—150 m weit, um dann erst zusammenzubrechen. Bier hat durch seine Versuche den Nachweis führen können, daß der Hund, der sich gegen den Schrotschuß genau so verhält wie das Wild, vom Lumbalsack aus anästhesiert, drei und vier Schüsse vertragen kann. Die Lumbalanästhesie leistet also hierin das gleiche wie die Allgemeinnarkose.

Obwohl die Analgesie bei der Lumbalanästhesie sich im günstigsten Falle nicht über 2 Stunden erstreckt, kann man von einer zeitlichen Beschränkung der Anästhesie doch deshalb nicht sprechen, weil sich die Kombination mit der Allgemeinnarkose als durchaus brauchbar erwiesen hat. Hingegen sind der ört-

lichen Ausdehnung nach wie vor Schranken gesetzt. Dieser Umstand bringt es mit sich, daß das Verfahren in der allgemeinen Chirurgie nur in bestimmten Fällen zur Anwendung kommen kann. Anders verhält es sich mit der operativen Gynäkologie. Die Lumbalanästhesie betrifft in erster Linie das Operationsgebiet des Gynäkologen. Es gibt wohl kaum eine gynäkologische Operation, die sich nicht unter Lumbalanästhesie ausführen läßt. Von der Beckenhochlagerung muß dabei wohl selten in ausgedehnterem Maße Gebrauch gemacht werden, so daß auch das Emportreiben des Anästhetikums nach dem Gehirn vermieden wird. Alles in allem ist das Verfahren berufen, in der Gynäkologie eine bedeutende Rolle zu spielen.

Das Ergebnis unserer Untersuchung läßt sich dahin zusammenfassen, daß die Lumbalanästhesie sich in der Chirurgie das Bürgerrecht erworben hat, in der Gynäkologie aber sollte sie die souveräne Anästhesierungsmethode werden.

Zum Schlusse sei noch eines im engen Zusammenhang mit der Lumbalanästhesie stehenden Verfahrens Erwähnung getan. Es ist das die von Jonnescou angegebene Methode der allgemeinen Rachianästhesie, die im wesentlichen nur eine Erweiterung der Lumbalanästhesie darstellt. Jonnescou sucht neben der Anästhesie der unteren Körperhälfte eine solche der oberen Körperhälfte dadurch zu erzielen, daß er das Anästhetikum in den zwischen 1. und 2. Brustwirbel gelegenen Teil des Subrarachnoidalraums deponiert. Als Injektionsstelle für die Anästhesie der unteren Körperhälfte wählt er den Raum zwischen 12. Brust- und 1. Lendenwirbel. Das Injektionsmittel ist eine Mischung von Strychnin und Stovain und zwar ist die für

die sogen. obere Dorsalinjektion gebräuchliche Dosis für den Erwachsenen eine 0,05% wässerige Lösung von Strychnin und 0,03 g Stovain, für die Dorsolumbalinjektion eine 0,10% wässerige Lösung von Strychnin und 0,06—0,18 g Stovain. Das Strychnin hebt nach der Ansicht Jonnescou's die lähmende aber nicht die analgesierende Wirkung des Stovains auf und verhindert so eine gefährliche Einwirkung auf die in der Medulla oblongata gelegenen lebenswichtigen Zentren. Bei durchaus sachlicher Kritik wird man Jonnescou die Ausführung der allgemeinen Rachianästhesie nicht als Verdienst anrechnen können. Sie zeugt eher von einer gewissen Strupellosigkeit des Autors. Die Idee selbst ist durchaus nicht neu. Denn jeder, der von der Lumbalanästhesie Gebrauch macht, fühlte sich wohl schon versucht, hochgehende Anästhesien dadurch zu erzeugen, daß er das Anästhetikum an einer höher gelegenen Stelle des Rückenmarks als der schlechthin üblichen deponiere. Doch die Gefahr einer Verletzung des Rückenmarks ließ ihn davor zurückschrecken. Zu der Gefahr einer mechanischen Läsion des Rückenmarks gesellt sich aber noch die einer toxischen Schädigung. Die Dosis von 0,03 g Stovain ist zwar eine relativ geringe, doch in der Nähe der Medulla oblongata injiziert ist sie groß genug, um lebensgefährliche Störungen der Herz- und Atmungstätigkeit hervorzurufen. Das Verfahren wurde demgemäß, als Jonnescou die ersten Mitteilungen darüber machte, von fast allen Chirurgen als ein freventliches Spiel mit dem Leben verworfen. Und auch heute noch, obwohl Jonnescou sich fortgesetzt bemüht, die Ungefährlichkeit der Methode darzutun und über außerordentlich günstige Erfahrungen

damit berichtet, hat es unter den ernsthaften Chirurgen keine Anhänger gefunden.

Erfahrungen mit der Lumbalanästhesie.

Die an der Erlanger Frauenklinik mit der Lumbalanästhesie gemachten Erfahrungen erstrecken sich Ende Mai 1914 über 1000 Fälle. Das Anästhesierungsverfahren wurde im Jahre 1907 an dieser Klinik eingeführt und in der darauffolgenden Zeit wurde in zunehmendem Maße davon Gebrauch gemacht. Die günstigen Erfahrungen, inbesonders das Fehlen von Todesfällen, liegen offenbar zum Teile darin begründet, daß das Verfahren an der Klinik erst Eingang fand, nachdem es den Kinderschuhen entwachsen war und sich schon in einem vorgeschrittenen Stadium der Entwicklung befand. Die Anwendung des Verfahrens wurde nicht von dem Vorhandensein einer Indikation abhängig gemacht. Das erklärt sich daraus, daß die Methode schon unverkennbare Vorteile vor der Allgemeinnarkose bot. Instrumentarium und Technik zeigen in den wesentlichen Punkten Übereinstimmung mit dem bereits geschilderten von Bier empfohlenen Modus. Die Punktionsnadel genügt der Forderung, eine kurz abgeschrägte Spitze aufzuweisen. Die Spritze ist eine 5 ccm fassende Rekordspritze mit einem Metallstempel und Metallführungsstab mit einem Drehgewinde. Großes Gewicht wird auf die Beobachtung der peinlichsten Asepsis gelegt. Nadel und Spritze werden trocken sterilisiert und vor dem Gebrauche mit physiologischer Kochsalzlösung ausgespritzt. Die das Injektionsmittel enthaltenden Tuben werden zur Sterilisation in Oxycianatlösung gebracht. Die Spitze wird mit einem sterilen Tuch abgebrochen.

Zur Erzeugung des Dämmerschlafes erhalten die Kranken 1 Stunde vor der Injektion 0,0003 g Scopolamin und kurz vorher 0,03 g Narkofin. Narkofin, dessen Bestandteile das Narkotin, Morphin und Nekonat sind, wird nunmehr an Stelle des früher gebräuchlichen Morphins verwendet. Es ist diesem darin überlegen, daß es ungefährlicher ist und daß seine Wirkung länger anhält.

Das Anästhetikum war in drei Fällen das Novacain, in sämtlichen übrigen das Stovain-Billon in einer Dosis von 0,06—0,08 g. Das Nebennierenpräparat wird neuerdings dem Anästhetikum erst kurz vor der Injektion zugesetzt, da die Erfahrung gelehrt hatte, daß bei Verwendung der mit Adrenalinzusatz im Handel befindlichen Lösungen Nacherscheinungen häufiger und heftiger sind, da derartige Lösungen sich leicht zersetzen. Das genaue Rezept des Injektionsmittels ist folgendes:

Stovain 0,08
Natr. chloric. 0,0022
Aq. dest. steril. 2 ccm und
Saprarenin, hydrochloric. 1 : 1000, 0,03.

Die anästhesierende Lösung wird in dieser Form von der Firma Pohl in Danzig hergestellt.

Lumbalpunktion und Injektion werden nach den allgemein gültigen Grundsätzen ausgeführt. Die Punktionsnadel wird bei der in sitzender Stellung befindlichen Patientin zwischen 3. und 4. oder, wenn die Operation eine höher gehende Anästhesie erfordert, zwischen 2. und 3. Lendenwirbel in der Medianlinie eingestochen. Der Mandrin wird dann erst entfernt, wenn die Spitze der Nadel sich im Duralraum be-

findet, wofür als Anhaltspunkt die leichte Verschieblichkeit der Nadel dient. In allen Fällen sucht man einen raschen Abfluß des Liquors zu erzielen, da erfahrungsgemäß davon der Erfolg der Injektion abhängt. Die äußere Haut der Einstichstelle wird zum Zwecke der Desinfektion mit einem Jodanstrich versehen. Ungefähr 2 ccm des Liquors werden abgelassen. Die Menge entspricht also der der injizierten Lösung, so daß keine Vermehrung des Liquors und damit auch keine Druckveränderung eintritt. Die anästhesierende Lösung wird mit 3 ccm angesaugten Liquors verdünnt und dann langsam injiziert. Eine langsame, gleichmäßige Injektion wird durch das Drehgewinde des Führungsstabes gewährleistet. Nach der Injektion wird die in leicht gebückter Haltung auf dem Operationstisch sitzende Patientin aufgefordert, sich langsam aufzurichten. Sie verharrt noch 7 Minuten in dieser aufrechtsitzenden Stellung, um dann vorsichtig horizontal gelagert zu werden. Die Anästhesie tritt im allgemeinen 5 Minuten nach der Injektion ein. Von der Beckenhochlagerung muß in der Regel nur aus operationstechnischen Gründen Gebrauch gemacht werden.

Es ist noch nachzutragen, daß man von der ursprünglichen Verwendung der Krönig'schen Steigröhre abgekommen, da sie sich als entbehrlich erwiesen hat. Ihr Wegfall bedeutet eine wesentliche Vereinfachung des Verfahrens, ohne daß eine Beeinflussung der Resultate daraus resultiert.

Die Lumbalanästhesie wurde bei den verschiedenen kleinen und großen Eingriffen, die den Gynäkologen je beschäftigen, angewendet. In vielen Fällen konnten

große Operationen wie die Totalexstirpation des Uterus nach Wertheim, die bis zu 2 Stunden in Anspruch nahmen, unter Lumbalanästhesie zu Ende geführt werden. Überhaupt stand man nicht an zu Operationen, deren voraussichtliche Dauer man auf 2 Stunden und darüber berechnen mußte, die Lumbalanästhesie heranzuziehen, obwohl man nicht erwarten durfte, daß ihre Wirkung so lange anhalten werde. Das geschah offenbar aus der Erwägung heraus, daß die durch beide Anästhesierungsverfahren dem Organismus zugeführte Giftmenge noch hinter der bei ausschließlicher Anwendung der Allgemeinnarkose zurückbleibt, denn man hatte auch die Beobachtung gemacht, daß bei der Kombination der Allgemeinnarkose mit der Lumbalanästhesie der Verbrauch an Narkotikum ein ungemein geringer ist. Sobald die Lumbalanästhesie zu erlöschen drohte, genügten meist wenige Tropfen Äther oder Chloroform zur Erzeugung einer ausreichenden Anästhesie.

In den besagten 1000 Fällen versagte die Anästhesie 144 mal. Darunter befinden sich fünf technische Versager. Der Rest sind Wirkungsversager. Außer den Fällen, in denen keine oder nur eine unvollkommene Anästhesie eintrat, wurden den Versagern auch jene Fälle zugezählt, in denen die Dauer der Anästhesie eine halbe Stunde nicht erreichte. Von der relativ hohen Zahl von 144 Versagern (14,4 %) entfällt der größte Teil auf frühere Jahre, also auf die Zeit, in der die Technik noch in vielen Punkten eine mangelhafte war. In den letzten Jahren machte sich eine rapide Abnahme der Versager bemerkbar, so ist beispielsweise unter den letzten 100 Fällen kein Versager zu verzeichnen. Dieses erfreuliche Resultat

ist zweifellos zum nicht geringen Teile darauf zurückzuführen, daß in der jüngsten Zeit die Lumbalanästhesie grundsätzlich von dem gleichen Assistenten ausgeführt wurde. Diese Erfahrung führt uns die Wichtigkeit der Forderung vor Augen, die Ausführung der Lumbalanästhesie in die Hände einer geschulten Person zu legen, da nur eine restlose Beherrschung der Technik günstige Erfolge zeitigt.

Ein augenscheinlicher Vorzug der Methode kommt darin zum Ausdruck, daß die Statistik keinen Todesfall aufweist, der ihr mit Sicherheit zur Last gelegt werden könnte. Nur in einem Falle scheint sie nicht ganz unschuldig an dem traurigen Ausgange zu sein. Da jedoch der Fall im einzelnen unaufgeklärt ist, lasse ich seine genaue Schilderung folgen. Bei einer 29jährigen Patientin wurde in Stovain-Lumbalanästhesie (0,06 g Stovain) die vaginale Entfernung des Uterus vorgenommen. Die Operation verlief ohne Zwischenfall. Am Tage nach der Operation machte sich bei der Patientin psychische Unruhe und Herabsetzung der Schmerzempfindung der linken Körperhälfte bemerkbar; ebenso war das Sehvermögen des linken Auges geschwächt. Dazu kamen noch Krämpfe in der rechten Hand und erhöhte Pulsfrequenz (155 Schläge in der Minute). Unter krampfartigen Zuckungen in den oberen Extremitäten und vollständiger Benommenheit trat am 2. Tage nach der Operation der Exitus ein. Die Obduktion ergab leichte fettige Degeneration der Nieren, kleine subepikardiale Blutungen, leichte Hyperämie der weichen Häute des Rückenmarks, dagegen starke Hyperämie des Gehirns und seiner weichen Häute. Die Erscheinungen und der Obduktionsbefund deuten auf eine infektiöse oder toxische Meningitis

cerebrospinalis hin. Die bakteriologische Untersuchung des Liquors und Blutes hatte ein negatives Resultat. Demnach erscheint eine toxische vielleicht durch eine zersetzte Stovainlösung bedingte Schädigung des Gehirns und Rückenmarks wahrscheinlich.

Üble Zufälle während der Operation oder kurz nachher waren äußerst seltene Ereignisse; so trat vorübergehender Atmungsstillstand nur in zwei Fällen auf. Leichte Collapse störten in sieben Fällen die Operation, bedrohlichen Charakter aber zeigte nur ein Collaps von dreistündiger Dauer.

Eine eingehende Besprechung verdient noch ein Fall, der in der Literatur, soweit ich sie übersehe, kein Analogon findet. Einer Patientin wurden zur Vornahme einer kleinen gynäkologischen Operation 0,08 g Stovain lumbal injiziert. Kurz nach der Injektion klagte die Patientin über Gefühl der Schwere in den Armen und über Schwindelgefühl. Daneben bestand leichtes Aufstoßen. 15 Minuten nach der Injektion trat eine Tetanie der Muskulatur der Vorderarme und der Hände auf, die etwa 1 Stunde anhielt. Handteller und Finger befanden sich in einem Zustande krampfhafter Extension und Pronation, also in der sog. Geburtshelferstellung. Zugleich waren die Sehnenreflexe an beiden Armen erloschen, was sich ja ohne weiteres aus dem Krampfzustande der Muskulatur erklärt. Die Patientin atmete oberflächlich und wies deshalb eine leichte Cyanose auf; sie atmete aber auf Aufforderung tief und ruhig. Die direkte Erregbarkeit der Muskeln war gering. Als sich der Krampfzustand zu lösen drohte, konnte durch Beklopfen des Unterarms die Hand wieder in Geburtshelferstellung gebracht werden, also das sog. Trousseau'sche Phänomen

ausgelöst werden. Das Fazialisphänomen war ebenfalls sehr stark ausgeprägt. Bei Beklopfen der Austrittsstelle des Fazialis trat eine blitzartige Zuckung fast der ganzen Gesichtsmuskulatur auf. Die Erscheinungen klangen allmählich ab. Doch konnte 15 Minuten nachdem der Kontraktionszustand vorüber war, durch Anlegen einer Gummibinde um den Oberarm das Trousseau'sche Phänomen rechts bereits nach 10 Sekunden, links erst nach etwa 1 Minute ausgelöst werden. Dagegen war nunmehr die direkte Muskelerregbarkeit außerordentlich lebhaft; ebenso bestand das Fazialisphänomen noch in wenig verminderter Stärke fort. Das Schmerzgefühl war am Rumpfe bis zur Höhe der 3. Rippe aufgehoben und an beiden Armen bis zum Oberarm stark herabgesetzt. Das Tastgefühl und der Temperatursinn waren erhalten. Der Puls war an der carotis und maxillaris weich und etwas langsam (60 Schläge). An der Radialis war er während des Kontraktionszustandes der Muskeln nicht zu fühlen. Die lumbale Injektion von Stovain rief also bei einer Patientin Erscheinungen hervor, wie wir sie bei gewissen Infektionskrankheiten und gelegentlich bei hochgradiger Magendilatation beobachten. Die Ursache dieser Tetanie und der gesteigerten Muskelerregbarkeit müssen wir unbedingt in einer toxischen Reizung des Zentralnervensystems erblicken. Der kausale Zusammenhang mit der Lumbalanästhesie geht aus der hochgehenden Analgesie hervor.

Als ein weiteres unangenehmes Ereignis während und nach der Operation ist das Erbrechen zu nennen, das in 3% der Fälle sich einstellte.

Waren heftige, langdauernde Kopf- und Kreuzschmerzen in der ersten Zeit fast regelmäßige Nach-

erscheinungen der Lumbalanästhesie, so sind sie in den letzten Jahren so selten geworden, daß sich ihre Zahl im ganzen auf nur 6,7 % beläuft.

Sonstige Nacherscheinungen waren in vier Fällen Lähmungen des linken Abducens, die erst mehrere Tage nach der Operation schwanden, Lähmung des rechten Armes, die in dem einen Falle unter einer geeigneten Behandlung bald schwand, während im andern nach einem Monate erst eine wesentliche Besserung eintrat.

An der Hand unseres reichen Materials haben wir auch die Frage der Entstehung von Lungenaffektionen nach der Lumbalanästhesie geprüft und dabei gefunden, daß postoperative Brochitiden nur in 4,7 % und Pneumonien nur in sechs Fällen auftraten, von denen einer letal verlief. Es bedarf wohl keines Hinweises darauf, daß diese Zahlen weit hinter den für die Allgemeinnarkose ermittelten zurückbleiben. Harnverhaltung, die häufig zur Entstehung einer Cystitis führte, wurde in einem großen Teil der Fälle beobachtet, doch ist es nicht angängig, sie der Lumbalanästhesie zur Last zu legen, da sie bekanntlich ebenso häufig bei unter Allgemeinnarkose ausgeführten Operationen im Becken auftritt. Als ätiologische Momente scheinen hier andere Dinge in Frage zu kommen. Man darf vielleicht diese Störung der Blasenfunktion der bei Bauchoperationen auftretenden Störung der motorischen Darmfunktion in Parallele setzen.

Die Annahme einer schädlichen Einwirkung des Stovains auf die Nieren müssen wir von der Hand weisen, da wir Nierenreizungen nur in drei Fällen beobachteten und auch diese können nicht als verbürgt gelten.

Das Fazit unserer Erörterungen kann nur so lauten, daß wir auf Grund unserer Erfahrung die Lumbalanästhesie als ein Anästhesierungsverfahren bezeichnen müssen, das sich der Allgemeinnarkose würdig an die Seite stellen kann und das ihr in mancher Beziehung sogar überlegen ist. Ihre weitere Verbreitung ist daher sehr im Interesse der medizinischen Wissenschaft gelegen.

Zusammenstellung der Fälle.

Abdominale Totalexstirpation des Uterus mit Adnexen (Wertheim)	241
Abdominale Totalexstirpation des Uterus ohne Adnexen	53
Abdominale Totalexstirpation des Uterus mit einem Adnex	20
Vaginale Totalexstirpation des Uterus mit Adnexen	5
Vaginale Totalexstirpation des Uterus ohne Adnexe	140
Vaginale Totalexstirpation des Uterus mit einem Adnex	7
Vaginale supravaginale Corpusamputation	9
Entfernung eines oder beider Ovarien (abdominal)	95
Vaginifixur, vordere und hintere Plastik	127
Portioamputation	10
Alexander Adam's, vordere und hintere Plastik	32
Probelaparotomie	38
Klassischer Kaiserschnitt	3
Ventrifixur und Plastik	8
Plastik, vordere oder hintere oder beides zugleich	37
Interposition und Plastik	14
Exstirpation der Vulva	7
Abdominale oder vaginale Myomektomie	15

Salpingektomie, Salpingo-oophorektomie, zus. .	27
Radikaloperationen von Leistenhernien . . .	6
Radikaloperationen von Schenkelhernien . . .	3
Appendektomie, Abrasio, Verschluß von Blasenscheidenfisteln, Exstirpation von Tubenschwangerschaften, zus.	103

Literaturverzeichnis.

1. Bier: Versuche über Cocainisierung des Rückenmarks. Zeitschrift f. Chir. 1899.
2. Ders: Weitere Mitteilungen über die Rückenmarksanästhesie. Archiv f. klin. Chirurg. 1901.
3. Dönitz: Technik, Wirkung und spez. Indikationen der Rückenmarksanästhesie Archiv f. kl. Chirurg. 1905.
4. Heineke und Laewen: Experimentelle Untersuchungen über die Rückenmarksanästhesie. Arch. für klin. Chirurg. 1906.
5. Neugebauer: Die Rückenmarksanästhesie und die Verteilung der Sensibilität nach Marksegmenten. Münch. med. Woch. 1902.
6. Himmelheber: Die Pulsverlangsamung bei der Spinalanästhesie, ein Versuch ihrer Erklärung.
7. K. Schwarz: Zentralblatt f. Chirurg. 1901.
8. Dönitz: Cocainisierung des Rückenmarks unter Verwendung von Adernalin. Münch. med. Woch. 1903.
9. Braun: Über den Einfluß der Gewebe auf die örtlichen und allgemeinen Giftwirkungen der lokalanästhesierenden Mittel und über die Bedeutung des Adernalins für die Lokalanästhesie. Arch. f. klin. Chirurg. Bd. 69.
10. Bier: Über den jetzigen Stand der Rückenmarksanästhesie, ihre Berechtigung, ihre Vorteile und Nachteile gegenüber anderen Anästhesierungsmethoden. Arch. f. klin. Chirurg. Bd. 77.
11. Kopfstein: Postoperative, parenchymatöse Blutung als unangenehme Folgeerscheinung nach Lumbalanästhesie.
12. Bier: Das zur Zeit an der Berliner chirurg. Klinik übliche Verfahren der Rückenmarksanästhesie. D. Zeitschr. f. Chirurg Bd. 95.
13. Kreis: Über Medullanarkose bei Gebärenden. Zentralbl. f. Gynäk. 1900.

14. Dönitz: Die Höhenausdehnung der Spinalanalgesie. Münch. med. Wochenschr. 1906.
15. Engelhardt: Die Entstehungsursache postoperativer Pneumonien. Zentralbl. f. Chirurg. 1907.
16. Oelsner und Kroner: Experimentelles und Technisches zur Lumbalanästhesie.
17. Bier und Dönitz: Rückenmarksanästhesie. Münch. med. Woch. 1904.
18. Jonnescon: Über die allgemeine Rachianästhesie. D. med. Woch. 1909.
19. Krönig und Gauß: Anatomische und physiologische Beobachtungen bei den ersten 1000 Rückenmarksanästhesien. Münch. med. Woch. 1907.
20. Bosse: Erfahrungen über Lumbalanästhesie. D. med. Woch. 1907.
21. Ehrhardt: Über Verwendung von Gummi als Zusatz zum Anästhetikum in der Lumbalanästhesie. Münch. med. Woch. 1908.
22. Klosse und Vogt: Physiologische und anatomische Untersuchungen zur Lumbalanästhesie und zur Folge ihrer klin. Verwertbarkeit. Münch. med. Woch. 1907.
23. Michelsson: Über die Wertlosigkeit des Zusatses von Nebennierenpräparaten bei der Lumbalanästhesie. Münch. med. Woch.
24. Westermark: Über den Einfluß der lumbalen Stovainanästhesie auf die Wehentätigkeit des menschlichen Uterus bei der physiologischen Geburt. Arch. f. Gynäk. Bd. 89.
25. Adrian Poenaru: Deutsche med. Woch. 1910. Referat!

Curriculum vitae.

Ich wurde am 10. September 1889 zu Erlangen geboren; besuchte die dortige Volksschule 4 Jahre lang und trat dann an die Realschule der genannten Stadt über; absolvierte diese nach 6 Jahren und wurde dann in die 7. Klasse der Oberrealschule zu Nürnberg aufgenommen. Nach 3 Jahren bestand ich dort das Abiturientenexamen. Im Herbst 1909 wurde ich an der Universität Erlangen als Student der Medizin immatrikuliert. Meinen Studien lag ich an der Universität Erlangen (8 Semester) und der Universität München (2 Semester) ob. Im 5. Studiensemester bestand ich das ärztliche Vorexamen an der Universität Erlangen. Im August 1914 unterzog ich mich an der gleichen Universität mit Erfolg der ärztlichen Schlußprüfung (Notprüfung). Im gleichen Monat noch erhielt ch die ärztliche Approbation.

Ägidius Fuchs.